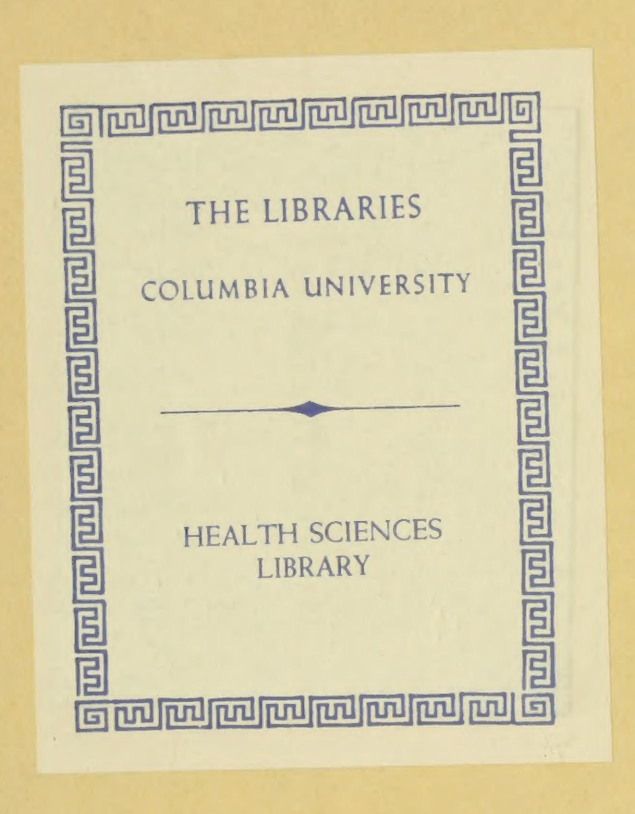
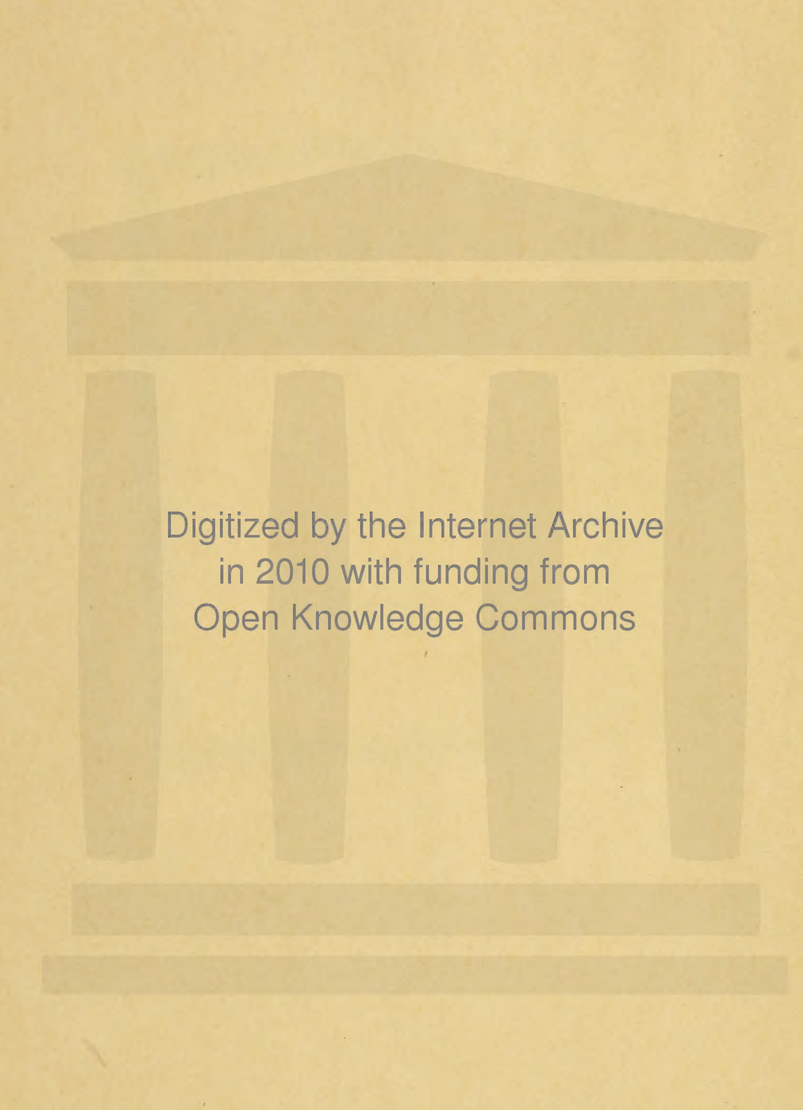








HANDBUCH

DER

GEWERBE-HYGIENE

AUF

EXPERIMENTELLER GRUNDLAGE

BEARBEITET

VON

DR. HERMANN EULENBERG,

GEH. OBER-MEDICINAL- UND VORTRAGENDEM RATHE IM MINISTERIUM DER GEISTLICHEN,
UNTERRICHTS- UND MEDICINAL-ANGELEGENHEITEN.

MIT 65 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1876.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

68. UNTER DEN LINDEN NW.

Vorwort.

Schon gleich nach Veröffentlichung meiner „Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen“ (Braunschweig bei Vieweg 1865) beabsichtigte ich, in gleicher Weise die in der Industrie auftretenden Dämpfe einer Bearbeitung zu unterwerfen. Das Material sammelte sich aber immer mehr an und eine Menge anderer Gesichtspuncte machte sich geltend, so dass der ursprüngliche Plan nicht mehr festgehalten werden konnte. Da meine frühere amtliche Thätigkeit als Regierungs-Medicinalrath in Cöln mir vielfach Gelegenheit bot, bei den Concessionirungen von Fabriken mich eingehender mit den verschiedenen Industriezweigen und ihrem Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter zu beschäftigen, so wurde allmählig das ganze Gebiet der Industrie in den Kreis meiner hygienischen Untersuchungen gezogen. Indem ich aus eigener Anschauung die vielfachen sanitären Nachtheile kennen lernte und meine Erfahrungen durch Reisen im In- und Auslande zu vermehren suchte, gewann ich eine praktische Grundlage, auf welcher ich zur Verfolgung meines Ziels weiter vorzugehen vermochte. Dazu kam aber vorzüglich die Unterstützung Seitens des Herrn Dr. Vohl in Cöln, welcher als ein in der chemischen Technologie gründlich bewanderter Chemiker mir während meines dortigen Aufenthaltes seine reichen Erfahrungen auf diesem grossen Gebiete zur Verfügung stellte und es mir ermöglichte, meine Arbeit zur Durchführung zu bringen. Um das Ziel, welches mir vorschwebte, nur annähernd zu erreichen, mussten sich Medicin und Chemie einander ergänzen, denn ein Arzt vermag ohne den Chemiker kaum den Pfad zu entdecken, welcher zur eigentlichen Quelle der gesundheitlichen Schäden führt, während der Chemiker des Arztes bedarf, um die Einwirkung auf den menschlichen Organismus hinreichend zu würdigen. Auch erforderten viele Körper, welche auf ihre giftige Wirkung bisher noch nicht untersucht worden sind, Versuche an Thieren; es kam somit auch auf die Beurtheilung des pathologisch-anatomischen Befundes an, während die Darstellung dieser Körper und die Prüfung auf ihre Reinheit sowie der chemische Nachweis der Gifte in den Leichen wiederum in das Sonder-Gebiet der Chemie fiel. Die in dieser

Beziehung gewonnenen Resultate verdanke ich ebenfalls Herrn Dr. Vohl. Auch hatte Herr Dr. Pinner hierselbst die Freundlichkeit, mir häufig seinen Rath auf dem Gebiete der Chemie zu ertheilen.

Die Versuche an Thieren erscheinen nicht im Gewande exact-physiologischer Methoden, denn einestheils war die Menge der zu prüfenden Körper zu gross, um hier allen Anforderungen an ein physiologisches Experiment zu genügen, anderentheils verboten mir auch der Raum und die Mannigfaltigkeit der zu besprechenden Gegenstände, tiefer in die Toxikologie einzudringen; bei manchen Körpern musste ich mich daher mit dem Hinweis auf die betreffende Literatur oder mit der einfachen Thatsache: giftig oder nicht giftig, begnügen. Letzteres Ergebniss dürfte übrigens bei den vielen, noch ungeprüften Körpern immerhin seinen Werth behalten und zur strengern Sonderung der gefährlichen und ungefährlichen Substanzen in der Industrie beitragen.

Wie gross noch das Feld der Forschung ist, geht aus jeder Seite dieses Werkes hervor, und welche Bedeutung dasselbe für den Arzt hat, zeigt sich schon bei einem flüchtigen Ueberblicke der vielen differenten Körper, welche in den Gewerben zur Einwirkung gelangen; ich bestrebte mich deshalb, die verschiedenen Substanzen vorzugsweise in der Weise zu prüfen, in welcher sie bei den Gewerben auftreten, nämlich in der Dampf- und Staubform. Sieht man von zufälligen Ingestionen ab, so sind es in erster Linie stets die Respirationswege, von denen aus die vorkommenden Schädlichkeiten ihre Wirkung entfalten. Es mussten daher für die Versuche analoge Verhältnisse geschaffen werden, wie sie sich bei den Fabrikarbeitern vorfinden. Bei den Staubarten war mir dies noch nicht in ausreichendem Grade möglich; aber andere Forscher haben bereits angefangen, auch bei diesen den Weg des Experimentes zu beschreiten, ein Beweis, wie sich immer mehr das Bedürfniss herausstellt, die Hygiene einerseits dem Dilettantismus, andererseits der blossen Emphyrie zu entziehen und der exacten Forschung zu unterwerfen.

Insoweit es der grosse Umfang des zu bearbeitenden Gebietes gestattete, habe ich jenem Bedürfniss thunlichst Rechnung getragen und glaube um so mehr behaupten zu dürfen, dass meine Arbeit wesentlich auf einer experimentellen Grundlage beruht, als ich auch bei vielen technischen Fragen den Hauptwerth auf genaue Versuche gelegt habe.

So erschien es mir auch nicht minder wichtig, die Wirkung der Gase und Dämpfe auf die Vegetation nach eigenen und fremden Beobachtungen in dem erforderlichen Grade zu würdigen.

Bei Concessions-Verleihungen bleibt diese Frage eine sehr beachtungswerthe und muss, abgesehen von den verschiedenen Klagen über etwaige Vergütung wegen des durch Fabriken herbeigeführten Schadens, um so mehr mit

möglichster Bestimmtheit beantwortet werden, als gleichzeitig die Belästigung oder Gesundheits-Beschädigung der Anwohner hierbei in Frage kommt.

Es konnte nicht ausbleiben, dass manche Gesichtspuncte berührt werden mussten, die eigentlich der allgemeinen Hygiene angehören, z. B. die Untersuchungen über Wasser, Abfuhr u. s. w. Diese wichtigen Capitel konnten aber nicht umgangen werden, weil sie mit den in der Industrie vorkommenden Abfallwässern im innigsten Zusammenhange stehen.

Ist das Verhüten der Krankheiten in der Hygiene der leitende Grundsatz, so muss die Beaufsichtigung der Gewerbe immer mehr aus dem engen Rahmen einer gewerblichen Sanitätspolizei heraustreten und eine Gewerbe-Hygiene schaffen, welche sich mit den in der Industrie auftretenden Schädlichkeiten stetig vertraut macht und rechtzeitig der Einwirkung derselben vorbeugt, ohne erst ihre gesundheitsschädlichen Folgen abzuwarten.

Die grosse Rolle, welche die Chemie in den Gewerben spielt, veranlasste mich, die betreffenden Körper zunächst nach ihrem Vorkommen und ihren chemischen Eigenschaften zu betrachten und hierauf ihre Bearbeitung und Verwerthung folgen zu lassen.

Wer nicht einigermassen mit der Chemie vertraut ist, wird niemals festen Fuss in der Gewerbe-Hygiene gewinnen, da die chemische Erklärung vieler Processe unumgänglich nothwendig ist, um über die sanitäre Bedeutung technischer Vorgänge Aufklärung zu erlangen.

Den beigefügten chemischen Formeln, welche dies Verständniss erleichtern sollen, ist die moderne Chemie zu Grunde gelegt, in welcher man sich bald heimisch fühlen wird, wofern man sich nur deren elementare Grundsätze zu eigen gemacht hat.

Chemie, Physik und Physiologie bleiben die Fundamental-Wissenschaften der Hygiene, denn diese beruht nur auf der Anwendung dieser Naturwissenschaften. Aber auch der Pathologie kann man noch nicht entbehren, so lange das ideale Ziel der Hygiene: die Verhütung der Krankheiten, noch nicht in seinem ganzen Umfange zu erreichen ist.

Die Pathologie der „Arbeiter-Krankheiten“ bleibt daher noch ein unentbehrlicher Theil der Gewerbe-Hygiene und harrt noch mancher dunkle Punct wegen der Mannigfaltigkeit der schädlichen Einflüsse der Aufhellung; denn ausser der Einwirkung der Gewerbe sind auch die häuslichen Verhältnisse der Arbeiter, die Krankheitsanlage und die ganze Lebensweise derselben zu berücksichtigen, bevor man zu einem endgültigen Urtheil gelangt. Aus diesem Grunde gehen auch die Ansichten über diese Krankheiten oft weit auseinander und dürften namentlich die aus den vorliegenden Erfahrungen gewonnenen statistischen Schlüsse nur mit Vorsicht zu verwerthen sein. Freilich ist es dringend geboten, geeignetes Material zu einer

Gewerbe-Statistik zu sammeln; es werden aber noch Jahrzehende vergehen, ehe man auch nur eine leidlich sichere statistische Grundlage gewinnt. Zunächst gehört eine ganz genaue Bekanntschaft mit den technischen Vorgängen dazu, um ihren Einfluss auf den Organismus beurtheilen zu können; es ist unmöglich und ganz unzulässig, aus der Berufsarbeit sofort die Ursache einer Krankheit zu erschliessen; man muss vielmehr in jedem Einzel-Falle mit der grössten Sorgfalt erwägen, ob und inwiefern die Art der Beschäftigung oder eine Menge anderer Einwirkungen an der Entstehung der Krankheit betheiligt sind.

Jeder Beruf hat seine Schädlichkeiten und der Handwerker befindet sich oft in einer weit üblern Lage als der Fabrikarbeiter; man muss daher alle thatsächlichen Verhältnisse ergründen, um ihre Beziehungen zu den vorhandenen Krankheiten ermessen zu können.

In der Industrie gibt es viele Schäden, die sich heilen lassen, wenn man ihrem Ursprunge sorgfältig nachforscht; als eine Hauptaufgabe habe ich es daher betrachtet, sowohl die Orientirung der Fachgenossen in der Technik zu erleichtern, als auch die bei den technischen Vorgängen in irgend einer Weise zur Geltung kommenden Schädlichkeiten stets allseitig zu beleuchten. Die Lösung dieser Aufgaben ist die unerlässliche Bedingung für die Mitwirkung am Aufbau der Gewerbe-Hygiene.

Gleichzeitig habe ich nicht unterlassen, auf die bewährten therapeutischen Mittel bei den verschiedenen Erkrankungen aufmerksam zu machen.

Die mit dem Nachweise der Literatur verbundenen „Erläuterungen" sollen dazu dienen, manche Puncte weiter auszuführen; im Texte war dies nicht immer zulässig, wollte man nicht Zusammengehöriges zu sehr trennen.

Die sociale Frage der Arbeiter habe ich schon wegen ihrer Ausdehnung nicht eingehend bearbeitet und hierbei hauptsächlich auf die betreffende Literatur verwiesen. Ebenso habe ich die Lage der eigentlichen Handwerker nur gelegentlich berühren können, aber doch überall auf die sanitären Schädlichkeiten hingewiesen, welche bei den einzelnen Manipulationen Beachtung verdienen.

Die Holzschnitte werden hoffentlich ihren Zweck erreichen und das Verfahren bei den wichtigern Fabricationszweigen zur deutlichen Veranschaulichung bringen.

Mit dem Bewusstsein, das Werk mit dem lebhaftesten Interesse für die Sache abgefasst zu haben, verbinde ich den Wunsch, dass sich die Theilnahme grösserer Kreise diesem wichtigen Abschnitte der Gesundheitslehre immer mehr zuwenden möge.

Berlin, den 30. April 1876.

H. Eulenberg.

Inhalts-Verzeichniss.

Allgemeiner Theil.

Specieller Theil.

Metalloide.

Metalle.



Allgemeiner Theil.

Toute question d'hygiène est aussi une question morale.
Diderot.

Einleitung.

Je mehr in den frühesten Zeiten das Jagd- und Nomadenleben dem Ackerbau wich, desto mehr wurden die Menschen auf einen festen Wohnsitz angewiesen. Erst der Ackerbau fesselte die Menschen an die Scholle und centralisirte sie; die weitere Folge davon war die ungleiche Vertheilung des Eigenthums, da Viele einen Ueberschuss erzielten, dessen sie augenblicklich nicht bedurften. Sie tauschten ihn deshalb gegen andere Bedürfnisse oder gegen Grund und Boden aus. In diesem Austausch liegt der Keim des Handels und der Industrie. Mit der Zunahme der Bedürfnisse entstanden die verschiedenen Gewerbe und aus diesen entwickelte sich immer mehr ein engeres Zusammenleben der Menschen. Dies schuf Städte und Staaten. Je mehr die staatsbürgerliche Gesellschaft wuchs, desto mehr bedurfte sie des Schutzes sowohl bezüglich des Besitzes als auch der eigenen Wohlfahrt. Schon bei den ältesten Völkern findet man Vorschriften und Gesetze, welche sich auf die persönliche Freiheit, den Schutz des Eigenthums und die leibliche Wohlfahrt beziehen. Die Assyrer, Babylonier, Aegypter, Phönizier, Chinesen, Israeliten, Griechen und Römer waren schon mit den wichtigsten hygienischen Grundsätzen bekannt und namentlich Moses kann als der Schöpfer der öffentlichen Gesundheitspflege betrachtet werden. Welchen grossen Werth die Römer auf ein gesundes und reines Trinkwasser legten, dafür sprechen noch die Ueberreste ihrer bewunderungswürdigen Wasserleitungen. Die Unschädlichmachung der Leichen, die Entfernung der Auswurfsstoffe und die Vorsichtsmassregeln bei Epidemien kamen in mancher Beziehung bei den alten Völkern mehr zur Geltung als jetzt. Bei dem geringen Umfange der Industrie konnten selbstverständlich auch ihre nachtheiligen Einflüsse noch nicht zur Einwirkung gelangen, obgleich bei den Phöniziern schon die Vorschrift bestand, dass die Purpurfärber nicht im nächsten Bereiche menschlicher Wohnungen ihre Werkstätte errichten durften, weil die Abfälle leicht in Fäulniss übergingen und die Luft verunreinigten.

In der Stadt Rom durften sich die Wäscher und Walker, welche sich des gefaulten Urins bedienten, nicht ansiedeln; sie mussten ihre Werkstätten entweder in entlegenen Strassen oder vor den Thoren der Stadt errichten. Behufs Ausübung ihres Gewerbes war es ihnen nur gestattet, an den Strassenecken Gefässe zur Aufsammlung des Urins aufzustellen.

Mit den Fortschritten der Industrie steigerten sich auch die mannigfaltigen Gefahren für die Gesundheit der Menschen. Zunächst musste rascher und reichlicher producirt werden, weshalb das Sonnenlicht nicht mehr ausreichte. Es musste die künstliche Beleuchtung hinzukommen, um die an die Industrie gestellten Anforderungen zu befriedigen. Mit der künstlichen Beleuchtung trat aber ein neuer schädlicher Factor ein, indem der nachtheilige Einfluss auf die Augen und Respirationsorgane der Arbeiter nicht ausbleiben konnte. Erst mit den Fortschritten der Industrie wurde auch eine bessere künstliche Beleuchtung angebahnt und man kann behaupten, dass der Grad der Vervollkommnung derselben gleichen Schritt mit der Entwicklung der Industrie hielt. Andererseits spannte aber die grössere Anstrengung und anhaltende Arbeit die Körperkräfte mehr ab, während ein unzureichender Wechsel von Arbeit und Ruhe, das Zusammengedrängtsein in engen und ungesunden Räumen etc. neue Uebel schuf.

Eine neue Epoche in der Industrie wird durch die Einführung der Dampfkraft bezeichnet. Manche körperliche Anstrengung konnte jetzt die Dampfmaschine übernehmen, wenn nicht andererseits die Gefahren des Maschinenbetriebes und die Einförmigkeit der Arbeit, sowie die Manipulation mit giftigen Substanzen und der Aufenthalt in Räumen mit extremen Temperaturen wiederum viele Schattenseiten hervorgerufen hätten.

Mit der Entwicklung der Mechanik gingen die Fortschritte der Chemie Hand in Hand. Mit diesen wurden aber auch immer mehr Substanzen in den Kreis der Industrie hineingezogen, welche bei der Verarbeitung oft grosse Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter in sich schlossen. In gleichem Masse machte sich deshalb die Nothwendigkeit geltend, diesen schädlichen Einflüssen entgegen zu treten. Nicht bloss die Arbeiter und die Adjacenten der industriellen Etablissements waren vor den Nachtheilen der Fabricationsmethode zu schützen, sondern auch die Erzeugnisse selbst enthielten oft Stoffe, welche bei der Benutzung nachtheilig einwirken konnten. Gleichzeitig erforderte der Transport und die Aufbewahrung der Producte die nothwendigen Vorsichtsmassregeln.

Umfang der öffentlichen Gesundheitspflege.

Um aber alle Gefahren dieser Art kennen zu lernen, muss man sich mit den Eigenschaften der in der Industrie vorkommenden Substanzen, sowie mit ihrem Einfluss auf die menschliche Gesundheit bekannt machen. Die Chemie muss den Nachweis liefern, von welcher Natur und Beschaffenheit diese Körper sind, wo und in welcher Weise ihre Benutzung stattfindet, während die Physiologie, Pathologie und Toxikologie ihre Wirkung auf den thierischen Organismus kennen lehrt. Das physiologische Experiment ist absolut erforderlich, um die Wirkung der bekannten Stoffe immer genauer zu erforschen und über die Wirkung neuer chemischer Verbindungen sich Klarheit zu verschaffen.

Ein Sanitätsbeamter, welcher die öffentliche Hygiene befördern will, muss zunächst auch mit den Ursachen, welche in den verschiedenen Lagen des Lebens die öffentliche Gesundheit schädigen, bekannt sein. In vielen Fällen vermag er aber nur ein endgültiges Urtheil zu fällen, wenn er mit dem Gesammtgebiet der Naturwissenschaften vertraut ist und die verschiedensten Einflüsse zu würdigen versteht, welche in chemischer, physicalischer oder physiologischer Beziehung ihre Wirkung zu enfalten vermögen. Die verschiedenen Vorgänge über, auf und in der Erde, die Wirkung des Lichts, der Luft, des Wassers und

des Bodens, die Einwirkung der Pflanzenwelt und der niedrigsten Organismen etc. müssen die gehörige Berücksichtigung finden, da es sich bei den meisten Untersuchungen zunächst um die allgemeinen Lebensbedingungen handelt, welche selbst bei speciellen Erörterungen über den Einfluss der Industrie auf die Arbeiter niemals ausser Acht zu lassen sind; denn ausserhalb der Sphäre seines Berufes bleibt der Mensch stets Mensch und in der nothwendigen Betheiligung an den allgemeinen Lebensbedingungen hört aller Unterschied auf.

Es gibt aber viele Einflüsse, vor deren nachtheiliger Einwirkung sich der Einzelne nicht zu schützen vermag. Veranlasst eine Fabrik eine Menge von nachtheiligen Dämpfen, welche eine ganze Umgegend zu beschädigen vermag, herrschen epidemische Krankheiten, bei denen allgemeine Massregeln erforderlich sind, so muss der Staat schützend einschreiten. Je mehr sich die Menschen centralisirten und je grösser die Städte wurden, desto mehr wurde eine Medicinal- und Sanitätspolizei erforderlich, d. h. eine Anleitung, wo und wie die Verwaltung die öffentliche Gesundheit vor allgemeinen Schädlichkeiten zu schützen hat. Selbst in England, wo das öffentliche Gesundheitswesen der Selbstverwaltung der Gemeinde anheimfällt, hat man einsehen gelernt, dass dieselbe nicht für alle Fälle ausreicht, sondern dass häufig die Gesetzgebung ergänzend eintreten muss, um die nöthige Sicherheit zu gewähren. Ist die Polizei eine staatliche Einrichtung, wodurch der Staatsbürger bezüglich seiner Person und seines Vermögens geschützt wird, wenn die Kraft des Einzelnen hierzu nicht ausreicht, so sorgt die Medicinalpolizei für den Schutz der Gesundheit und des Lebens der Staatsbürger, wenn die individuelle Kraft die auf die Gesundheit und das Leben schädlich einwirkenden Einflüsse weder zu verhüten noch aufzuheben vermag.

So lange der Mensch als Individuum auftritt, ist er selbst verpflichtet, für seine Gesundheit zu sorgen und schädliche Einflüsse von derselben abzuwehren. Es entspricht nicht mehr dem Geiste unserer Zeit, wenn sich die Verwaltung um Verhältnisse bekümmern soll, über welche der Mensch als Individuum gebieten kann und soll. Wie er vernunftgemäss leben, sich kleiden, in die Ehe treten soll etc., dafür hat er selbst zu sorgen.

Schon *Zachariae*[1]) sagt: „Tausend Gefahren umlagern den Staat, umlagern die einzelnen Menschen. Soll oder will die Polizei alle die Gefahren beseitigen oder wenigstens möglichst unschädlich machen, so muss sie unausbleiblich zum Aeussersten in der Knechtschaft führen; denn fast alle polizeilichen Massregeln sind unmittelbar oder mittelbar zugleich Beschränkungen der äussern Freiheit der Unterthanen. Ueberdies, je weiter eine Regierung ihre Polizeigewalt erstreckt, desto mehr überhebt sie die Unterthanen der Mühe, selbst für ihr Wohl zu sorgen, selbst wachsam, erfinderisch und waghaft zu sein. Ohnehin sind die Menschen zur Trägheit geneigt genug, als dass man ihnen erst ein Ruhebett zu bereiten brauchte."

Anders verhält es sich, wenn der Mensch in den Verkehr des Gesammtlebens hineintritt und ein Theil desselben wird. Hier treten schädliche Einflüsse auf, welche er durch eigene Kenntniss nicht zu beurtheilen und durch eigene Kraft nicht von sich abzuwehren vermag. Treten Menschen- und Thierseuchen auf, wird die Luft verunreinigt, das Wasser verdorben, werden die Nahrungsmittel verfälscht oder entwerthet, belästigen industrielle Etablissements ganze Gegenden, so ist es die Pflicht der Verwaltung einzuschreiten, die Ursachen dieser Schädlichkeiten aufzusuchen und zu vertilgen, da die Kraft des Einzelnen hierzu nicht ausreicht. Je mehr aber die Einzelnen erkranken, desto mehr ist die allgemeine Gesundheit gefährdet, weil diese nur „durch die durchschnittliche Höhe der

gesunden Kraft bei allen einzelnen Individuen getragen wird. Insofern diese durchschnittliche Höhe der gesunden Kraft und der Schutz derselben bei jedem Einzelnen von den Einwirkungen abhängt, welche der Verkehr des Gesammtlebens für jeden Einzelnen mit oder ohne seinen Willen mit sich bringt, wird die allgemeine Gesundheit zur öffentlichen Gesundheit."[2]) Das öffentliche Gesundheitswesen repräsentirt die Summe derjenigen Massregeln der Verwaltung, wodurch die allgemeine Gesundheit gefördert, vor den Gefahren, welche aus dem Verkehr des Gesammtlebens entstehen, geschützt und, wenn sie Schaden erlitten hat, wieder hergestellt werden soll. Bis jetzt unterscheidet man Medicinal- und Sanitätspolizei in der Weise, dass man unter Medicinalpolizei im engeren Sinne die öffentliche Krankenpflege, das eigentliche Heilwesen, d. h. alle Mittel zur Wiederherstellung des allgemeinen Gesundheitszustandes begreift, unter Sanitätspolizei die Abhaltung der Krankheitsursachen und den Schutz vor schädlichen und gefährlichen Einflüssen versteht. Beides, die Erhaltung und Wiederherstellung der allgemeinen Gesundheit, gehört zur Aufgabe des öffentlichen Gesundheitswesens. Die Principien der Medicinal- und Sanitätspolizei sind stets dieselben. Ebenso fällt die öffentliche Gesundheitspflege (Hygiene), welche die allgemeine Gesundheit zu erhalten und zu fördern hat, mit der Sanitätspolizei zusammen, weil durch den Schutz der Gesundheit (Sanitätspolizei) und die Förderung derselben (Gesundheitspflege) dasselbe Ziel verfolgt wird. Man kann nur insofern einen Unterschied zulassen, als die Sanitätspolizei einen beschränkteren Wirkungskreis hat, sich hauptsächlich auf die Abhaltung einzelner Gefahren beschränkt und ihre Thätigkeit nur zeitweilig oder in aussergewöhnlichen Fällen eintreten lässt. Die öffentliche Gesundheitspflege soll dagegen eine regelmässige und ununterbrochene Ueberwachung der Gesundheitsverhältnisse und der dieselbe beeinträchtigenden Einflüsse bezwecken.

„Es ist noch nicht lange her", bemerkt schon *J. P. Frank*,[3]) „dass die medicinische Polizei beinahe in allen Ländern sich mit nichts beschäftigte, als mit Klagen und ohnmächtigen Verwendungen gegen die Quacksalber und Afterärzte: höchstens wurde noch in Pestzeiten auf Anstalten gedacht, wodurch man gewisse Vorkehrungen und Recepte im Druck bekannt machte und Aerzten und Todtengräbern ihre Stelle und Verrichtung anwies. In gesunden Zeiten, ich will sagen, wenn keine besondern Seuchen unter dem Volke herrschten, war man wenig genug um die allgemeine Gesundheitspflege bekümmert, gleich als wären es nur jene Krankheiten, welche die Provinzen entvölkerten, und als wäre der Verlust für's Vaterland nicht gleich, es sei, dass solches seine Bürger nach Tausenden an einer und der nämlichen Seuche oder an so vielen besondern Krankheiten und Zuständen verlöre. Die vielen Unglücksfälle, welchen die Menschen in jedem Gemeinwesen entweder durch eigene Unvorsichtigkeit oder durch das unbehutsame Verfahren ihrer Mitbürger oder sonst durch gewisse heftig wirkende physische Ursachen ausgesetzt werden, waren nirgends oder gewiss nur an wenigen Orten, wo die Vorsicht einem thätigen Menschenfreunde das Leben und Wohl einer Gesellschaft anvertraut hatte, der Gegenstand der obrigkeitlichen Aufsicht."

Man gelangt immer mehr zur Ueberzeugung, dass die Sorge für die allgemeinen Lebensbedingungen, für hinreichendes Licht, gute Luft, reines Wasser und unverfälschte Nahrungsmittel die Wohlfahrt eines Volkes am besten begründen. Bezüglich der öffentlichen Gesundheit sind sich alle Stände gleich; denn auch die höhern Stände sind nicht gesichert, wenn die niedern einen Krankheitsherd für sie bilden. abgesehen davon, dass die Besitzenden zu doppelten Ausgaben veranlasst werden, wenn man nicht zeitig genug die Gesundheitsverhältnisse der niedern Stände berücksichtigt. Die Gesundheit ist stets das höchste Gut, für den Arbeiter ist sie das Mittel zum Erwerben und für den Besitzenden ist sie die Bedingung zum Genuss des Besitzes.

Betrachtet man die Medicin vom jetzigen Standpunct der Wissenschaft, so drängt Alles dahin, für sie nicht nur die Heilung, sondern auch die Prophylaxis von Krankheiten zu vindiciren. Wenn auch jeder Arzt die letztere stets im Auge behalten muss, so erfordert doch die öffentliche Gesundheitspflege wegen ihres grossen Umfanges besondere Organe, um sie in Wirksamkeit zu setzen. Man könnte daher die Thätigkeit, welche die Medicin und gesammte Naturwissenschaft an der Hand von polizeilichen oder gesetzlichen Anordnungen auf den Schutz vor Krankheiten und die Pflege der öffentlichen Gesundheit applicirt, als Verwaltungs-Medicin auffassen und zwar im Gegensatz zur Gerichts-Medicin, welche die Anwendung der medicinischen Wissenschaft auf die Rechtspflege lehrt. Die Gerichts- und Verwaltungs-Medicin würde somit den Umfang der Thätigkeit derjenigen Medicinalbeamten bezeichnen, welche nach unsern staatlichen Einrichtungen gewöhnlich beide Discipline repräsentiren. Aber schon jetzt macht sich in grossen Städten das Bedürfniss geltend, die Verwaltungs-Medicin von der Gerichts-Medicin zu trennen und die erstere besondern Beamten zuzuweisen, um allen Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege entsprechen zu können. Das Gebiet derselben ist so umfangreich, dass es an der Zeit ist, einzelne Zweige derselben einer besondern Untersuchung zu unterwerfen.

Wegen der grossartigen Fortschritte der Industrie und der damit verbundenen Zunahme der schädlichen Einflüsse hat man bereits eine gewerbliche Sanitätspolizei unterschieden. Aber gerade die Gewerbe und die Industrie erfordern nicht eine zeitweilige, sondern eine fortwährende Ueberwachung, welche als ein integrirender Theil der öffentlichen Gesundheitspflege zu betrachten ist; es muss daher eine Gewerbe-Hygiene in's Leben treten.

Die Nachtheile vieler Fabricationen sind nicht nur den Arbeitern, sondern auch oft den Fabricanten selbst unbekannt, so dass die Nichtbeachtung derselben die Gesundheit und das Leben vieler Menschen beständig gefährdet. Man braucht in dieser Beziehung nur an die Manipulation mit den verschiedensten Giften und die explosive Eigenschaft mancher Körper zu erinnern. Der erste Fabricant von Zündhölzchen, Julien Leroy und sein Nachfolger Daguer Leroy, sind die Opfer dieser Fabrication geworden, während der Fabricant Bellot in Prag das Augenlicht dabei einbüsste. Und wie viele Menschen sind durch die Explosion von Dynamit-Fabriken zu Grunde gegangen! Nicht nur der Maschinenbetrieb, sondern auch die oft weit gefährlichere Einwirkung von Staub, Gasen und Dämpfen bedürfen einer beständigen sanitären Beaufsichtigung, damit zur rechten Zeit die geeigneten Präventiv-Massregeln getroffen werden können.

Die Entwicklung der gewerblichen Gesundheitspflege in den verschiedenen Ländern.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Anwendung auf die Gewerbe und Industrie muss sich die Aufgabe stellen, die materielle Wohlfahrt unter der arbeitenden Classe immer mehr zu befördern und dadurch auch ihre sittliche Wohlfahrt zu heben. Alle wichtigen Erfindungen und Neuerungen in der Industrie berühren auch die öffentliche Gesundheitspflege und ihre Entwicklung muss gleichen Schritt mit der der Industrie halten. Schon zur Zeit der Zünfte und Innungen bestand eine Art von gewerblicher Sanitätspolizei, welche jedoch einen beschränkten Wirkungskreis hatte. Erst mit der Freiheit der Gewerbe trat die Aufforderung gebieterisch heran, eine umfassendere sanitätspolizeiliche Beaufsichtigung zu bewerkstelligen.

Turgot († 1781), Generalcontroleur der Finanzen unter Ludwig XVI., gab durch sein berühmtes Februar-Edict von 1776 dem Zunftwesen den Todesstoss. „Indem Gott dem Menschen Bedürfnisse gab", so beginnt dieses Edict, „und ihm die Hülfsquellen der Arbeit unentbehrlich machte, hat er das Recht der Arbeit zum Eigenthum eines jeden Menschen gemacht. Dieses Eigenthum ist das erste, heiligste und unverjährbarste. Wir aber wollen deshalb diese willkührliche Eigenschaft abschaffen, welche dem Dürftigen nicht erlaubt, von seiner Hände Arbeit zu leben, welche den Wetteifer und die Industrie vernichtet und die Talente derjenigen nutzlos macht, welche durch die Verhältnisse vom Eintritt in eine Zunft ausgeschlossen werden."

Im April 1777 wurden die Arbeiter in ganz Frankreich für frei erklärt. Leider wurden im Verlaufe der Zeit wieder neue Monopole unter andern Bedingungen ertheilt und die frühern Missbräuche allmählig wieder hergestellt, bis endlich die Revolution vom 4. August 1789 ein Machtwort sprach. Die Assemblée constituante verkündigte durch Decret vom 2. bis 17. März 1791: Es wird einem Jeden freistehen, ein Geschäft zu machen oder ein Handwerk, eine Kunst oder ein Gewerbe zu betreiben, wie er es für gut finden wird.

Was in Frankreich erst durch Blutvergiessen erreicht wurde, bahnte in England der grosse Nationalökonom Adam Smith durch seine Lehrsätze an, bis sich die Freiheit der Arbeiter immer mehr unter allen Culturvölkern verbreitete. Wenn man von den Patentrechten abstrahirt, so besteht mit Ausnahme von Amerika in keinem Lande eine so absolute Freiheit der Gewerbe wie in England. Hier gilt der Grundsatz, nicht die geringste Beschränkung einer gewerblichen Anlage entgegenzustellen. Man frägt nicht, wo und wie dieselbe errichtet werden soll. Ob und inwiefern dieselbe mit Nachtheil verbunden, ist eine Frage zweiter Linie, welche gewöhnlich erst durch die Erfahrung beantwortet wird. In England war überhaupt die Gesundheitspflege bis zum Jahre 1848 keine Angelegenheit der Regierung, was sich auch in der neuesten Zeit nicht wesentlich geändert hat. Grundsätzlich beschäftigt sich nur die Gemeinde, die Selbstverwaltung, mit dem Gesundheitswesen. Erst gefährliche Epidemien, wie die Cholera, mussten auch hier endlich die Ueberzeugung verschaffen, dass die Selbstverwaltung vorzüglich wegen mangelhafter Beurtheilung der einwirkenden Schädlichkeiten nicht überall ausreicht.

Die bisher gültigen Gesetze über Abzugscanäle, Wohnungs- und Bauverhältnisse wurden 1848 in die „Act for promoting the Public Health" (11, 12 Vict. 63. 1848) aufgenommen, welche die Grundlage aller sanitärer Verordnungen bildet. Nur der Art. 64 beschäftigt sich mit den schädlichen und belästigenden Fabriken. Neu hierbei war nur die Organisation der General und Local Board of Health.

Ein Orts-Gesundheitsrath (Local Board of Health) wird von grössern und volkreichen Ortschaften gebildet, wenn entweder ein Zehntel der Steuerzahler es verlangt oder die Mortalitätsziffer 23 pro Mille übersteigt. Ein Central-Gesundheits-Amt (General Board of Health) bildet die gerichtliche Instanz bei Beschwerden und ist ermächtigt, durch Inspectoren Untersuchungen über den Gesundheitszustand der Orte und Städte anstellen zu lassen. Die Erfahrung lehrte aber bald, dass diese Organisation nicht ausreichte und manche Gemeinde es scheute, die Kosten für die Bildung eines Local Board of Health zu bestreiten. Der Staat musste sich deshalb in's Mittel legen und so entstand statt des General Board of Health durch Verordnung vom 2. August 1858 (The Public Health Act Amendement. 21 u. 22. Vict. C. 97.) das Privy Council, eine Art von ministeriellem Departement, ein königl. Geheimer Gesundheitsrath, welcher

aber nur dann einschreitet, wenn die Local Boards of Health ihre Pflicht versäumen. Er bildet somit gleichsam eine höhere Instanz in Sachen der Hygiene, erlässt aber auch bei gemeingefährlichen Zuständen, bei Epidemien etc. besondere Verordnungen, Ordres in Council (Königl. Verordnungen[4]).

Bei Beschwerden, welche durch gewerbliche Anlagen veranlasst werden, entscheidet niemals die Polizeibehörde, sondern jedem Einzelnen bleibt es überlassen, seine Klagen über Belästigungen vorzubringen. In dieser Beziehung bestimmt Nuisances Removal Act vom 14. August 1855 (18, 19. Vict. 27), welche an die Stelle der im Jahre 1848 publicirten „Nuisances Removal and Diseases Prevention Act“ trat, Folgendes:

„Wenn eine Lichterfabrik, Schmelzhütte, ein Schmelzplatz, eine Seifensiederei, ein Schlachthaus, ein Gebäude oder Platz, welche zum Kochen von Abfällen oder Blut, zum Kochen, Brennen oder Stampfen von Knochen, oder eine Fabrik, ein Gebäude oder Platz, welche zu einem Handwerk, Gewerbe, Betriebe (process) oder zur Fabrication benützt werden, zu irgend einer Zeit von einem Gesundheitsbeamten oder zwei qualificirten praktischen Aerzten der Localbehörde als durch ihre Exhalationen (effluvia) schädlich oder belästigend für die Gesundheit der Nachbarschaft bezeichnet wird, so soll die Localbehörde (the local authority) direct vor einem Richter Klage erheben, welcher vor zweien in kleiner Sitzung in ihrem gewöhnlichen Sitzungslocal versammelten Richtern die Person vorladen soll, durch welche oder für deren Rechnung (behalf) die Arbeit, über welche man sich beklagt, betrieben wird, und sollen solche Richter die Klage untersuchen, und wenn solchen Richtern es scheint, dass das Gewerbe oder Geschäft, welches durch die verklagte Person betrieben wird, für die Gesundheit der Einwohner der Nachbarschaft schädliche oder belästigende Exhalationen verursacht, und dass eine solche Person nicht die zweckmässigsten Mittel zur Abhülfe solcher Schädlichkeit oder zur Vorbeugung und Verhütung solcher Exhalationen angewendet hat, so soll eine so sich vergehende Person (sei es der Eigenthümer oder Bewohner (occupier) der Gebäude, sei es der Meister oder eine andere Person, welche von dem Eigenthümer oder Pächter beschäftigt wird) auf die summarische Ueberführung eines solchen Vergehens hin in eine Summe von höchstens 5 Pfund und mindestens 40 Schillinge und für die zweite Contravention in die Summe von 100 Pfund und für jede folgende Contravention in eine doppelt so grosse Strafe, wie die vorhergehende war, verfallen; immer vorausgesetzt, dass die Richter ihr Endurtheil in jedem solchen Falle unter der Bedingung verschieben können, dass die verklagte Person innerhalb einer angemessenen Zeit (within a reasonable time) diejenigen Mittel anwenden wird, welche die gedachten Richter für praktisch halten und auszuführen befehlen, um eine solche Schädlichkeit aufzuheben oder die belästigenden Wirkungen solcher Ausströmungen zu mässigen oder zu verhüten, oder dass sie (die verklagte Person) in der durch diesen Act vorgeschriebenen Weise Appell einlegen oder sich protokollarisch verpflichten wird, einen solchen Appell zu versuchen und demgemäss appelliren wird, immer vorausgesetzt, dass die im Vorstehenden enthaltenen Verfügungen sich nicht ausdehnen und nicht anwendbar sein sollen auf einen Platz, welcher ausserhalb der Grenze einer grossen oder kleinen Stadt oder eines bevölkerten Districts liegt.“[5])

Dieses Gesetz, welches die Belästigungen und Nachtheile der Gewerbe hervorhebt, ist viel zu allgemein gehalten. Die Aufzählung der Gewerbe ist höchst unvollkommen; die Ausdrücke: Handwerk, Gewerbe, Betrieb oder Fabrik geben keine hinreichende Definition und, was die Hauptsache ist, es bleibt dem individuellen Ermessen der Richter, welche gewiss keine Sachverständigen sind, anheimgegeben, ein endgültiges Urtheil auszusprechen. Ehe es aber zu einem solchen Urtheil kommt, bleiben dem Verklagten noch viele Mittel und Wege offen, den Process weit hinauszuschieben. Auch soll es häufig in England vorkommen, dass man in denselben Localitäten neben den gemassregelten Gewerben viel schädlichere Fabricationen, welche keiner Verordnung unterworfen sind, antrifft. Andererseits liegen häufig so viele Fabriken in einem kleinen Bezirk zusammen, dass die Entscheidung höchst schwierig ist, wo die Quelle der schädlichen und belästigenden Einflüsse aufzusuchen und zu finden ist. Gerade in solchen Fällen bleibt der Recurs der Nachbarschaft ohne Folge, weil es fast unmöglich ist, fest-

zustellen, welche Fabrik den meisten Schaden zufügt, abgesehen davon, dass die Strenge der verschiedenen Localbehörden eine sehr verschiedene ist, weshalb es oft vorkommt, dass dieselben Gewerbe, welche an gewissen Orten sehr gehemmt sind, an anderen wenig oder gar nicht beschränkt werden. Ausserdem hat man alle Ursache, die bedeutenden Processkosten zu scheuen, da es sich gewöhnlich um Processe handelt, deren Ausgang gar nicht zu übersehen ist. In England muss man sich deshalb an manche Belästigungen gewöhnen und jedesmal genau erwägen, ob die Erhebung einer Klage Erfolg verspricht.

Für die in England geltenden Grundsätze ist der Art. 18 der Nuisances Removal Act noch besonders charakteristisch, da nach demselben nur unter gewissen Bedingungen das Recht ertheilt wird, schädliche Etablissements zu besuchen, weil das Gesetz im höchsten Grade die Unabhängigkeit des Privateigenthums berücksichtigt und nur unter vielen Schwierigkeiten den Zutritt zu denselben gestattet. Wenn die Ortsbehörde glaubt, bestimmt annehmen zu müssen, dass auf einem Privatgrundstück eine Ursache der Belästigung sich vorfindet, so darf sie oder einer ihrer Beamten verlangen, zwischen 9 Uhr des Morgens und 6 Uhr des Abends zur Besichtigung des besagten Grundstückes zugelassen zu werden. Wurde die Zulassung nicht bewilligt, so konnte jeder die Gerichtsbarkeit des Ortes vertretende Richter, wenn die Annahme einer Ursache der Belästigung vor ihm durch einen Eid erhärtet worden, die Person, welche das Grundstück beaufsichtigt, auffordern, die Localbehörde oder ihren Beamten zuzulassen. Die Beschränkung der Eintrittsstunde ist seit dem Jahre 1862 weggefallen, da seit dieser Zeit vom Handelsministerium ressortirende Regierungs-Inspectoren (Inspectors of Factories) angestellt worden, welche zu jeder Stunde des Tages und der Nacht ohne vorhergehende Anmeldung die Fabriken zu besuchen befugt sind. Die Aufmerksamkeit dieser Inspectoren, welche keine eigentlichen Sachverständige sind, richtet sich aber hauptsächlich auf die Prüfung der zum Schutze der Arbeiter vor Verletzungen durch Maschinen getroffenen Einrichtungen. Auch die Controle der Arbeitsstunden und die Aufrechthaltung der Vorschriften bezüglich des Alters der vorhandenen Kinder liegt ihnen ob, wohingegen die eigentliche sanitäre Fürsorge in Betreff anderer schädlicher Einflüsse sie nicht beschäftigt.

In Kohlenbergwerken wurde der Beförderungs-Maschine, der Beleuchtung, der Instandhaltung der Grubenwerke (Act for inspection of examiner in Great Britain vom 14. August 1850), sowie der Ventilation, Zimmerung etc. (23 u. 24 Vict. c. 151. 1860) eine grössere Aufmerksamkeit gewidmet. Die weitern bezüglichen Verordnungen fanden einstweilen in der „Coal Mines Regulation Act vom Jahre 1872“ ihren Abschluss.

Die Beaufsichtigung chemischer Fabriken, „The alkali works Regulation Act vom Jahre 1863“, (26 u. 27 Vict. c. 124) wurde vorzüglich durch Lord Derby veranlasst, nachdem die sauern Dämpfe der Sodafabriken und metallurgischen Processe grosse Verwüstungen angerichtet und fast alle Vegetation in der nächsten Umgebung solcher Anstalten vernichtet hatte. St. Helene, Newton und Swansea sind noch immer beredte Zeugen für diese Thatsachen, obgleich vorgeschrieben worden, dass eine Condensation der Salzsäure bei der Sodafabrication auf mindestens 95 % der aus den Oefen hervorgehenden Quantität stattfinden sollte. Uebrigens hat ein Inspector sämmtlicher Alkali-Works die betreffenden Anstalten selbst zu untersuchen oder durch einen Unterinspector untersuchen zu

lassen. Die Besorgniss, durch sanitäre Massnahmen störend in den Betrieb zu wirken, lässt jedoch viele Unzuträglichkeiten zu.

Ebenso verhält es sich mit der „Smoke Nuisance Abatement Act“ vom 1. August 1854, wonach jede in der Hauptstadt bei den verschiedenen Fabriken angewendete oder anzuwendende Feuerung derart construirt sein muss, dass der aus einer solchen Feuerung hervorgehende Russ durch dieselbe verzehrt oder verbrannt werden soll. In Wirklichkeit kommt nämlich das ganze Gesetz erst zur Sprache, wenn eine Klage wegen Belästigung durch Russ erhoben wird. Auch überlässt das allgemeine Gesetz der Localbehörde einen weiten Spielraum, innerhalb dessen sie für die vorhandene Industrie Ausnahmen gewährt. Auf solche Weise gestattet z. B. Art. 45 der Local Governement Act vom 2. August 1858 (21 u. 22 Vict. c. 98), nachdem er den Art. 58 der Towns Improvement Clauses Act vom 21. Juni 1847 (10 u. 11 Vict. c. 34) wieder in Erinnerung gebracht und incorporirt hat, Ausnahmen

Unter der Beschränkung, dass die oben erwähnten Anordnungen bezüglich des Verbotes der Russerzeugung nicht so weit gehen sollen, die Verbrennung des ganzen Russes bei allen und einigen der folgenden Fabriken zu bewirken, nämlich bei der Koksfabrik, beim Calciniren des Eisenerzes oder Kalksteins, bei der Fabrication von Ziegeln, Töpferwaaren, künstlichen Steinen, Dachziegeln, Röhren, beim Zugutemachen von Erzen oder Mineralien, beim Schmelzen der Eisenerze, beim Raffiniren, Puddeln und Walzen des Eisens und anderer Metalle, beim Schmelzen des Roheisens oder bei der Glasfabrication und zwar in jedem District, in welchem die Verordnungen der besagten Act (der Towns Improvement clauses Act) bezüglich des Verbotes der Russerzeugung noch nicht in Kraft sind und in welchem die Ortsbehörde entscheiden wird, ob eine oder mehrere dieser Operationen in Bezug auf die Nichtverbrennung des ganzen Russes während einer durch dieselbe Entscheidung bestimmten Frist strafbar sein soll, welche Frist nicht 10 Jahre überschreiten darf, aber auf einen gleichen oder kürzeren Zeitraum erneuert werden kann, wenn die Localbehörde es für passend erklärt.

Die Belästigungen durch Fabrikanlagen müssen schon einen sehr bedeutenden Grad erreicht haben, ehe man es in England wagen darf, den Rechtsweg zu beschreiten. Auch die Beschädigung der Arbeiter durch Staub, schädliche Gase etc. hat noch nicht die nothwendige Berücksichtigung gefunden. Bisher hat eigentlich nur die Textil-Industrie in sanitärer Beziehung namentlich durch die Eintheilung der Arbeitszeit wirkliche Erfolge, welche auf andern Gebieten von gleicher Wichtigkeit sind, erreicht.

Der Fictil-Industrie wendete man erst die öffentliche Aufmerksamkeit zu, nachdem man namentlich in den Töpfereidistricten von Staffordshire in Folge der langen Arbeit in den heissen und schlecht oder gar nicht ventilirten Trockenstuben und des Einathmens des zum Poliren gebrauchten Kieselstaubes, sowie der Einwirkung der hierzu benutzten metallischen Lösungen sehr ungünstige Gesundheitsverhältnisse angetroffen hatte. Alle hierauf Bezug nehmende Fabrikgesetze, Factory Acts Exclusion Acts vom Jahre 1864, 1867 mit ihrem Nachtrag vom 9. August 1870: „Factory and Workshops Act“ beschäftigen sich aber hauptsächlich nur mit der Arbeitszeit von unerwachsenen Personen und Frauen, obgleich auch von Ventilations-Vorrichtungen, welche in mit Staub angefüllten Localen zu errichten sind, die Rede ist. Durch die „Local Governement Board Act vom 14. August 1871“ (34 u. 35 Vict. c. 70) und die „Act to amend the Law relating to Public Health“ vom 10. August 1872 (35 u. 36 Vict. c. 79) wurde ein neues Ministerium für Armenwesen, öffentliche Gesundheitspflege und Ortsverwaltung geschaffen und dabei England in städtische und ländliche Sanitäts-Districte eingetheilt. Dem „Local Governement Board“ werden als sanitärer Centralbehörde die Genehmigung von Anleihen der

Orts-Sanitätsbehörde, die Beaufsichtigung der öffentlichen Strassen, die Ernennung und Entlassung von Analytikern zur Ausführung des Gesetzes gegen Verfälschung der Nahrungsmittel und Getränke, die bisherigen Befugnisse des Ministeriums des Innern, sowie die bisher vom Handelsministerium ressortirende sanitäre Ueberwachung der Fabriken und der Londoner Wasserwerke übertragen.

Bei der speciell die Industrie betreffenden englischen Gesetzgebung fällt aber bezüglich der sanitären Verordnungen, welche meistens für Schottland und Irland keine Geltung haben, stets das Unsystematische auf. Die vielfachen Clauseln entkräften die Principien der Gesetzgebung und machen manche Verordnung ganz illusorisch. Selbst Verordnungen, welche durch königliche Decrete und Parlaments-Acte eine besondere Kraft erhalten, verlieren dadurch ihre Bedeutung, dass es nur die Localbehörde ist, welcher die Abfassung und Ausführung derselben zusteht. Da nun die Beurtheilung und Strenge der Behörden eine sehr verschiedene ist, so muss sich auch nothwendigerweise eine grosse Ungleichheit der Verordnungen und Bestimmungen ergeben. Jedenfalls haben wir noch keine Veranlassung, England bezüglich der Gewerbe-Hygiene als Musterstaat aufzustellen.

Unterwirft man die vollständige Freiheit bei der Errichtung von industriellen Etablissements, d. h. das concessionslose Verfahren, einer nähern Erwägung, so wird man seine bedeutenden Schattenseiten nicht verkennen. Wenn nicht schon bei der Anlage einer Fabrik die sanitären Anordnungen controlirt werden, so ist es in den meisten Fällen unmöglich, während des spätern Betriebes das Versäumte nachzuholen. Bei einer ursprünglich schlechten Anlage bleiben alle spätern Verbesserungen unvollkommen. Wie beim Bau eines Hauses schon beim Entwerfen des Bauplans die verschiedenen individuellen Bedürfnisse zu berücksichtigen sind, so ist es bei der Anlage einer Fabrik um so nothwendiger, gleich von vornherein die baulichen Einrichtungen, die Construction der Apparate und alle sonstigen Vorkehrungen dem spätern Betriebe genau anzupassen, da alle nachträglichen Verbesserungen besonders dem sanitären Zwecke selten vollkommen entsprechen. Dieser verdient aber dieselbe Berücksichtigung wie die Fabricationsmethode, denn die Arbeiter sollen nicht als Werkzeuge, deren Abnutzung und Zerstörung gleichgültig ist, betrachtet werden. Auch ökonomische Gründe sollen nicht über Einrichtungen, welche das Wohl der Arbeiter erfordert, entscheiden, damit nicht Gesundheit und Leben einer gewissenlosen Sparsamkeit zum Opfer fallen. Bei der gegenwärtigen Production, welche nicht nur vielseitiger, sondern auch in mancher Beziehung gefährlicher geworden ist, erscheint es um so nothwendiger, dass der Staat die Controle übernimmt und durch ein geregeltes Concessionsverfahren die Arbeiter vor Beschädigung ihrer Gesundheit und die Anwohner vor grosser Belästigung schützt. Das Concessionswesen bietet überhaupt die Mittel dar, sowohl den Interessen der Industriellen als den der Arbeiter und Adjacenten gerecht zu werden, wenn bei den betreffenden Untersuchungen mit Sachkenntniss verfahren wird.

In Frankreich bestimmte das Decret vom 2.—17. März 1791, dass die Gewerbe, obgleich sie an und für sich frei wären, die bestehenden und noch zu erlassenden polizeilichen Vorschriften zu beachten hätten. Die Ordonnanz vom 12. Februar 1801 berücksichtigte die Industrie specieller, jedoch weniger bezüglich der Gesundheitsverhältnisse, als des Beschwerdeverfahrens de commodo et incommodo. Unterm 15. October 1810 erschien alsdann das Decret über die

Etablissements insalubres et incommodes, welches als die Grundlage des gewerblichen Concessionsrechts anzusehen ist. Die leitenden Bestimmungen für das Concessionsverfahren enthält die Ordonnanz vom 14. Januar 1815, während das Decret vom 23. März 1832 die Competenzen und den Beschwerdezug verordneten. Dabei wurden die Gewerbe bezüglich ihrer Gefährlichkeit und Belästigung classificirt.

Nach den Decreten vom 15. October 1810, vom 25. März 1852 und vom 31. November 1866 werden die gefährlichen, gesundheitsnachtheiligen und lästigen Etablissements in 3 Classen getheilt. Die 1. Classe umfasst diejenigen, welche entfernt von Wohnhäusern stehen müssen, die 2. Classe diejenigen, welche nicht unbedingt entfernt von Wohnhäusern zu stehen brauchen, deren Errichtung aber nur gestattet werden darf, nachdem man die Ueberzeugung gewonnen hat, dass die darin betriebenen Arbeiten so ausgeführt werden, dass sie die Eigenthümer der Nachbargrundstücke weder belästigen, noch ihnen Schaden zufügen. Die 3. Classe umfasst diejenigen Etablissements, deren Errichtung ohne Beanstandung neben Wohnhäusern gestattet ist, welche aber der Beaufsichtigung durch die Polizeibehörde unterworfen bleiben.[6])

Jede Classification der Fabriken hat ihr Bedenken und ist auch insofern unthunlich, als mit dem Fortschritt der Technologie sich theils die Darstellungsmethoden ändern, theils aber auch zur Verwerthung der Nebenproducte häufig Zweigfabricationen nothwendig werden, welche oft dieselbe, wenn nicht eine noch grössere sanitäre Wichtigkeit haben. Eine Ergänzung der Namenregister im Verlaufe von mehreren Jahren reicht nicht aus, da sie fast jährlich erforderlich wird. Auch ist die Eintheilung der Etablissements nach den Graden ihrer Gefährlichkeit und Belästigung weder exact und richtig, noch streng durchzuführen. So hat man z. B. die Arsensäure-Fabrication mittels arseniger Säure und Salpetersäure in die 1. Classe gesetzt, wenn die Dämpfe nicht absorbirt werden; geschieht letzteres, so soll die Fabrication zur 2. Classe gehören. Sie gehört aber in jedem Falle zur 1. Classe, da sie stets mit der Entwicklung eines giftigen Staubes verbunden ist. Die Chlor- und Chlorkalk-Fabrication hat man in die 2. Classe gesetzt, obgleich sie unbedingt zur 1. gehört. Die Mennigefabrication, welche ebenfalls unbedingt zur 1. Classe gehört, hat man sogar der 3. Classe zugereiht.

Häufig hat man mehr die Schädlichkeit oder Gefährlichkeit des zu erzielenden Productes, als die Unzuträglichkeiten, welche während der Fabrication auftreten, berücksichtigt. Bekanntlich können aber an und für sich unschädliche Substanzen bei ihrer Darstellung nicht nur belästigend, sondern auch nachtheilig einwirken. Betrachtet man z. B. die Fabrication von schwefelsaurem Eisenoxydul, welche in die 3. Classe gesetzt worden ist, so ist das zu erzielende Product allerdings keine giftige Substanz, aber die bei der Darstellung desselben auftretenden höchst giftigen und gefährlichen Gase und Dämpfe gebieten es dringend, dass diese Fabrication in die 1. Classe gesetzt wird, vorausgesetzt, dass die Fabrication in einer Lösung von metallischem Eisen in verdünnter Schwefelsäure besteht. Die dabei auftretenden übelriechenden Kohlenwasserstoffe veranlassen nicht nur eine grosse Belästigung, sondern das sich gleichzeitig etwa entwickelnde Schwefel-, Phosphor- und Arsenwasserstoffgas ist für die Gesundheit der Arbeiter und Nachbarn höchst gefährlich. Ferner vereinigen grossartige Fabrikanlagen die verschiedensten Fabricationen in sich, so dass man nicht selten alle 3 Classen

von Fabriken vereinigt findet. Ausserdem lässt sich das Belästigende und Schädliche nicht immer genau von einander trennen. Alles was beständig belästigt, muss auch schliesslich schädlich einwirken.

Das Gute, welches wir Frankreich verdanken, besteht in dem Concessionsverfahren; denn die staatliche Ueberwachung der Industrie durch Ertheilung der betreffenden Concession zu einem Betriebe schliesst sowohl für die Industrie, als für die Nachbarschaft der betreffenden Fabriken viele Vortheile und Sicherstellungen in sich. Der Staat schützt einerseits die Industriellen durch Ertheilung der Concession vor willkürlichen Chicanen der Nachbarschaft, indem er den Betrieb gleichsam sanctionirt, während andererseits die Nachbarschaft der Fabriken zeitig genug auf die möglichen Nachtheile aufmerksam gemacht wird, welche für sie durch den Betrieb einer Fabrik entstehen können. Man hat vielfach den schleppenden Gang der Verhandlungen, welcher mit dem Concessionsverfahren verbunden ist, für ein Hinderniss im industriellen Leben erklärt. Dieser Vorwurf trifft aber in den meisten Fällen weniger die Behörde als den Concessionär selbst, namentlich wenn nur höchst unvollkommene Beschreibungen des zukünftigen Betriebes geliefert, keine erläuternden Zeichnungen hinzugefügt, die Erfordernisse der Gesetzgebung ausser Acht gelassen oder häufig Manipulationen und die dadurch bedingten Uebelstände verheimlicht werden. Durch die hieraus nothwendig entstehenden nachträglichen Erläuterungen erwächst nur Zeitverlust und Aufschub des Betriebes. Wenn der Concessionär selbst kein Sachverständiger ist, so muss er zeitig genug die betreffenden Techniker zu Rathe ziehen, um desto schneller zum Ziele zu gelangen. Die Verwaltung darf höchstens auf diejenigen Puncte aufmerksam machen, welche einer sorgfältigen Erledigung bedürfen; in specielle Angaben kann und darf sie sich nicht einlassen, weil sie sonst auch für die Folgen verantwortlich bleibt, wenn die Vorschläge sich in der Praxis nicht bewähren sollten.

Das französische Concessionsverfahren findet sich gegenwärtig unter gewissen Modalitäten unter den wichtigsten Culturvölkern verbreitet. Die Gesundheitsräthe (Consuls d'hygiène publique), welche für ganz Frankreich seit 1848 eingerichtet sind, sollen auch die gesundheitlichen Verhältnisse in Werkstätten überwachen, lassen aber, wie die Sanitätscommissionen in Preussen, bezüglich ihrer Wirksamkeit noch Vieles zu wünschen übrig. Das Comité consultatif d'hygiène de France scheint eine der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen in Preussen ähnliche Stellung einzunehmen und zwar dem Ministerium des Innern gegenüber.

In Belgien wird das Concessionsverfahren nur mit dem Unterschiede gehandhabt, dass die selbstständigen Organe der Selbstverwaltung, die Bürgermeister und nicht das Amt, die Concession bewilligen. Das belgische Gesetz vom 12. November 1849 unterscheidet Etablissements dangereux, insalubres et incommodes. Das Gefährliche bezieht sich auf die Möglichkeit von Feuersbrünsten, Explosionen, Niederschlägen etc., das Ungesunde auf schädliche Dünste, feste oder flüssige Abfälle, das Belästigende auf vielen Staub, Kohlenrauch, heftige Geräusche, unangenehme Gerüche etc.

Auch in Holland verleiht der Bürgermeister die Concession, aber auf Grundlage eines Gemeindebeschlusses. Ueberhaupt schliesst sich das System des Gesundheitswesens in beiden Ländern mehr dem englischen an. Auch in Belgien und Holland enthält sich die Regierung jedes unmittelbaren Eingriffes und nur

die Gemeinden repräsentiren die innere Verwaltung, obgleich sich auch hier das Bedürfniss herausgestellt hat, für wichtige Gegenstände der Sanitätspolizei, z. B. für Quarantaine und Begräbnisswesen, allgemeine Gesetze zu erlassen und der Selbstverwaltung eine staatliche zur Seite zu stellen. In Holland hat das Gesetz vom 1. Juni 1865 eine Organisation der staatlichen Verwaltung an die Spitze der örtlichen Gemeindeverwaltungen gesetzt. Unter demselben Datum sind vier Gesetze erlassen worden, von denen sich drei nur mit dem Medicinalwesen beschäftigen, während das Gesetz über die Organisation der Gesundheitsverwaltung die Oberaufsicht des Staates über die übrigens selbstthätige Gemeindeverwaltung regelt. [7])

Obgleich in Belgien die Gesundheitspolizei stets noch ihren communalen Charakter behalten hat, so erkennt man doch immer mehr das Recht und die Pflicht des Staates an, bei wichtigen Fragen der Sanitätspolizei selbst thätig einzugreifen. Das Reglement vom 26. März 1842 hat die Academie de médecine als höchst berathende Behörde eingesetzt, während die provinziellen Commissions de santé, welche vom Könige ernannt werden, örtlich berathende Behörden sind und zugleich auch das Recht der Praxis für Specialzweige der Heilkunde ertheilen (Gesetz vom 12. März 1818). Seit 1848 (Arr. vom 12. December 1848) sind überall Comités locaux de salubrité eingesetzt worden, welche alle sanitätspolizeilichen Interessen verhandeln und auch die Gewerbesanitätspolizei berücksichtigen. Dem Ministerium des Innern ist die gesammte Gesundheitspflege untergeordnet. Dasselbe lässt durch einen Inspector général eine noch nicht genau formulirte Aufsicht führen; er ist verflichtet, Bericht zu erstatten und Vorschläge zu machen (Arr. vom 18. Sept. 1845).

In Italien ressortirt die öffentliche Gesundheitspflege ebenfalls vom Ministerium des Innern, nachdem das Regulativ vom 8. Juni 1865 durch das Gesetz vom 24. November 1870 eine grössere Ausdehnung erhalten hat. Als ausübende Behörden fungiren im Ministerium der Obergesundheitsrath, bei den Präfecturen die Provinzial-Gesundheitsräthe und bei den Unterpräfecturen die Bezirks-Gesundheitsräthe.

Auch in Amerika gibt sich das regste Interesse für Gesundheitspflege kund. Einstweilen hat New-York die Initiative in diesem Gebiete ergriffen. Unterm 19. Februar 1866 ist nämlich für diese Stadt ein Gesundheitsgesetz (Metropolitan-Health-Bill) erlassen worden, welches 1) die Einrichtung eines Stadt-Gesundheitsdistrictes nach der Zahl der Polizeirayons und 2) die Einsetzung einer Gesundheitsbehörde für jeden dieser Districte bestimmt. Letztere ist zusammengesetzt aus 4 Polizeicommissären, dem Hafen-Gesundheitsbeamten und 4 Gesundheitscommissären, wovon 3 Aerzte sein müssen. Die Oberleitung führt ein Gesundheits-Superintendent nebst 2 Assistenten. Jede Behörde (Board) ernennt noch 15 Districts-Inspectoren, von denen 10 erfahrene und mit dem betreffenden Districte vertraute Aerzte sein müssen. Ein Gesundheits-Ingenieur prüft ausserdem noch alle Vorschläge, überwacht die verschiedenen Localitäten und hat der Behörde bezügliche Gutachten abzuliefern. Die Behörde (Board) wählt ihre eigenen Beamten und der Vorsitzende ist mit allen Machtbefugnissen ausgestattet, welche Kraft des Gesetzes vom 1. Mai 1865 dem Stadt-Inspector (City-Inspector), welcher einem preussischen Polizei-Präsidenten entspricht, zukommen. [8])

Obgleich die Behörde vorzugsweise für allgemeine sanitäre Verhältnisse

thätig ist, so scheint doch auch die Beaufsichtigung der Gewerbe nicht ausser ihrer Befugniss zu liegen, da sie alle Amtspflichten ausübt, welche sämmtliche Sanitätsverhältnisse von New-York und Brooklyn betreffen. Sie besitzt einen vollständig amtlichen Charakter mit Executiv-Gewalt. Ein öffentliches Beschwerdebuch liegt stets auf, in welchem Jeder auf die Schädlichkeiten, welche Abhülfe erheischen, aufmerksam machen kann. Alle Gewerbe sind in Amerika ganz frei. Von einem Concessionsverfahren kann im Lande der vollständigen Freiheit nicht die Rede sein.

In Deutschland ist es die Gewerbeordnung für das deutsche Reich vom 21. Juni 1869, welche das Concessionsverfahren vorschreibt. Ein grosser Theil der neuen Gewerbeordnung ist den frühern preussischen Gewerbegesetzen entnommen worden. § 16 derselben lautet:

„Zur Errichtung von Anlagen, welche auf die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publicum überhaupt erhebliche Gefahren, Nachtheile oder Belästigungen herbeiführen können, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich. Es gehören dahin: Schiesspulver-Fabriken, Anlagen zur Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art, Gasbereitungs- und Gasbewahrungs-Anstalten, Anstalten zur Destillation von Erdöl, Anlagen zur Bereitung von Braunkohlentheer, Steinkohlentheer und Kok, sofern sie ausserhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden, Glas- und Russhütten, Kalk-, Ziegel-*) und Gypsöfen, Anlagen zur Gewinnung roher Metalle, Röst-Ofen, Metall-Giessereien, sofern sie nicht bloss Tiegel-Giessereien sind, Hammerwerke, chemische Fabriken aller Art, Schnellbleichen, Firnisssiedereien, Stärke-Fabriken, mit Ausnahme der Fabriken zur Bereitung der Kartoffelstärke, Stärke-Syrupsfabriken, Wachstuch-, Darmsaiten-, Dachpappen- und Dachfilzfabriken, Leim-, Thran- und Seifensiedereien, Knochenbrennereien, Knochendarren, Knochenkochereien und Knochen-Bleichen, Zubereitungs-Anstalten für Thierhaare, Talgschmelzen, Schlächtereien, Gerbereien, Abdeckereien, Poudretten- und Düngpulver-Fabriken, Stauanlagen für Wassertriebwerke.

Das vorstehende Verzeichniss kann je nach Eintritt oder Wegfall der im Eingang gedachten Voraussetzung durch Beschluss des Bundesraths, vorbehaltlich der Genehmigung des nächstfolgenden Reichstages, abgeändert werden. Eine genauere Präcisirung des Begriffes: chemische Fabrik, würde diesem Verzeichnisse noch einen grössern Spielraum gelassen haben. Im Grossen und Ganzen kann man nämlich alle Fabricationsmethoden als chemische Processe bezeichnen, wobei nicht allein die äussere Form des Rohproductes, sondern auch die Elementarsubstanz des Bildungskörpers verändert oder ein anderer Körper, welcher vorher nicht frei war, nicht auf mechanischem Wege ausgeschieden wird. So gehören Stärkefabriken aus Kartoffeln, Reis, Getreidemehl nicht zur Kategorie chemischer Fabriken, weil hier nur auf mechanischem Wege das fertig gebildete Stärkemehl ausgeknetet wird. Dagegen ist die Stärkefabrication aus Weizen mittels der Gährungsmethode in den Bereich der chemischen Fabriken zu ziehen, weil hier durch den Gährungsprocess (durch chemischen Process) der Kleber zerstört und das Stärkemehl frei gemacht wird.

Nach einer Verfügung des Ministeriums der Finanzen vom 13. Juli 1845 gehören in Preussen Färbereien nicht zu den chemischen Fabriken. Sie bedürfen nur dann einer besondern Erlaubniss, wenn es sich bei ihrer Einrichtung um die Anlagen von Dampfkesseln handelt oder mit der Färberei auch die Darstellung chemischer Präparate verbunden ist. Dagegen sollen die allgemeinen feuer- und baupolizeilichen Vorschriften bei Färbereien sowohl wie bei jeder

*) Feldziegelöfen sind ausgeschlossen. Wenn Kalk- oder Flechtöfen nur vorübergehend zu wirthschaftlichen Bedürfnissen benutzt werden, so genügt für dieselben eine ortspolizeiliche Genehmigung. Rescr. vom 15. October 1849.

andern Anlage zur Berücksichtigung kommen. Andererseits ist jedoch nicht zu verkennen, dass viele Färbereien besonders durch ihre Abflusswässer höchst verderblich einwirken können, wenn sie mit nahegelegenen Brunnen in Berührung kommen oder Flüsse für die ökonomische Benutzung unbrauchbar machen. Zieht man in Betracht, dass die Färbekunst nur in einer Reihe aufeinanderfolgender chemischer Processe beruht, so sollte den Färbereien in sanitärer Beziehung mehr als bisher die gebührende Rücksicht geschenkt werden. Es würde ganz naturgemäss sein, sie zu den chemischen Fabriken zu rechnen. In Preussen gilt zwar das Gesetz vom 28. Februar 1843 über die Benutzung von Privatflüssen, Quellen und Seen und darf das zum Betriebe von Färbereien, Gerbereien, Walken und ähnlichen Anlagen benutzte Wasser keinem Flusse zugeleitet werden, wenn dadurch der Bedarf der Umgegend an reinem Wasser beeinträchtigt oder eine erhebliche Belästigung des Publicums verursacht wird; erfahrungsgemäss werden aber die betreffenden Klagen selten ausgefochten, wenn die Färbereien etc. nicht schon bei ihrer ursprünglichen Anlage die bezüglichen erforderlichen Anordnungen getroffen haben und späterhin nicht mehr in der Lage sind, denselben nachzukommen. Die Processe schleppen sich dann in der Regel hin und schliesslich bleibt es bei den frühern Ungehörigkeiten.

Bei Ertheilung der Concession für chemische Fabriken ist in Preussen nach dem Resc. vom 23. September 1855 (Minist. Bl. S. 188) in jede derartige Concession folgender Vorbehalt aufzunehmen:

Wenn die Einrichtung oder der Betrieb der Fabrik, mögen deshalb Vorkehrungen oder Bedingungen besonders vorgesehen sein oder nicht, demnächst dem Publicum oder den Nachbarn zu begründeten Beschwerden über erhebliche Nachtheile, Gefahren oder Belästigungen Anlass geben sollte, so werden durch polizeiliche Verfügung diejenigen Veränderungen in der Einrichtung oder im Betriebe vorgeschrieben werden, welche den Mängeln Abhülfe zu gewähren geeignet sind, und bleiben die Unternehmer solche ohne Anspruch auf Entschädigung zu treffen verpflichtet.

Zu diesen Bedingungen gehören besonders diejenigen Anordnungen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen Gefahr für Gesundheit und Leben nothwendig sind.

In Preussen sind bezüglich einzelner Fabricationszweige, z. B. der Spiegelfabriken, der Fabrication von Phosphorzündhölzern und Anilinfarben noch besondere Bestimmungen erlassen worden.[9]) Dasselbe ist der Fall in Bayern, welches erst unter dem 1. Januar 1873 der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 beigetreten ist.[10]) Für Elsass-Lothringen ist nur der § 29 derselben gültig, da die französische Gesetzgebung erst allmählig zu eliminiren ist.

Auch in Oesterreich besteht das Concessionsverfahren. Die in der Gewerbeordnung vom 20. December 1859 aufgeführten Betriebsanlagen stimmen im Ganzen und Grossen mit den in der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 für das deutsche Reich unter § 16 bezeichneten überein.[11])

Wenn der Staat das Recht hat, Concessionen zu ertheilen oder zu verweigern, so müssen die Organe desselben auch in der Lage sein, an die Beurtheilung der verschiedenen Industriezweige bezüglich ihrer Zu- oder Unzulässigkeit den richtigen Massstab anzulegen. Es gibt aber bekanntlich selbst unter Chemikern von Fach viele, welche mit der chemischen Technologie nicht vertraut sind. Letztere verlangt eine reiche Erfahrung, ein specielles Studium und ein sorgfältiges Verfolgen der Riesenfortschritte dieser Wissenschaft. Die Werke über chemische Technologie schweigen in der Regel über die Nachtheile, welche der industrielle

Betrieb auf die Gesundheit der Menschen auszuüben vermag. Man muss Vieles gesehen, geprüft, viele Erfahrungen gesammelt und diese durch ein gründliches Wissen zum richtigen Verständniss gebracht haben, ehe man zu einem bestimmten Urtheil über den Einfluss der Industrie auf die Gesundheit berechtigt ist.

Von manchen Seiten ist der unpraktische Vorschlag gemacht worden, zuerst den Betrieb einer Anlage zur Probe zu eröffnen, um eventuell die Unzuträglichkeiten desselben kennen zu lernen. Ein solcher Probebetrieb würde schon wegen der kostspieligen Ueberwachung, wozu sich kein Industrieller verstehen würde, unausführbar sein. Die genaue Prüfung der Anlage vor ihrer Eröffnung wird stets die Hauptsache bleiben. Medicinalbeamten aber, welche sich mit dem ganzen Umfange der öffentlichen Gesundheitspflege beschäftigen wollen, müssen den Grund zu ihrer Befähigung hierzu schon auf Universitäten legen und ihre Studien demgemäss einrichten. Eine physicalische und chemische Durchbildung muss die Grundlage bilden, auf welcher sie den Besuch und das Studium von Fabriken und Anlagen erst praktisch verwerthen können. Lehrstühle für die öffentliche Hygiene, welche neuerdings als ein Hauptziel erstrebt werden, können nur dann von Bedeutung sein, wenn sie mit Laboratorien verbunden sind, in welchen die einschlägigen Arbeiten praktisch ausgeführt werden, wozu aber stets die physicalischen und chemischen Kenntnisse schon vorausgesetzt werden müssen. Wie Niemand der gerichtlichen Medicin sich widmen kann, ohne vorher die Arzneikunde mit ihren sämmtlichen Hülfswissenschaften sich angeeignet zu haben, so ist auch die öffentliche Gesundheitspflege nur durch die Anwendung der Medicin, Chemie und Physik auf alle das öffententliche Sanitätswesen betreffende Fragen zur Durchführung zu bringen.

Das Concessionsverfahren.

Wird die Concession zur Errichtung einer industriellen Anlage nachgesucht, so ist in sanitärer Beziehung zu beachten und näher zu prüfen ob durch den Betrieb die Gesundheit der Arbeiter beschädigt oder die nächste Umgebung belästigt oder gefährdet werden kann.

Es sollen zunächst die allgemeinen Principien, welche hier zur Geltung kommen, erörtert werden. Es ist zu beurtheilen:

A. Die Anlage resp. die Gebäulichkeiten.

Nach der Anweisung zur Gewerbe-Ordnung für das Deutsche Reich muss aus den Vorlagen der Gewerbetreibenden hervorgehen:

1) Die Grösse des Grundstückes, auf welchem die Betriebsstätte errichtet werden soll, sowie die Bezeichnung, welche dasselbe im Hypothekenbuch oder Kataster führt.

2) Die gleichzeitige Bezeichnung der Grundstücke, welche es umgeben, sowie die Namen der Eigenthümer.

3) Die Entfernung, in welcher die zum Betriebe bestimmten Gebäude oder Einrichtungen von den Gränzen der benachbarten Grundstücke und Gebäulichkeiten, sowie von den nächsten Wegen zu liegen kommen sollen.

Ueber das Mass der Entfernung einer gefährlichen oder schädlichen Fabrik von den nächsten Wohnungen lassen sich keine bestimmten Normen angeben. Das französische Gesetz hat 5 Kilometer und ein englisches Gesetz (the Motropolitan Building Act. 1844. Act. 54. 58) wenigstens 50 Fuss (engl.) angenommen. In Belgien hat eine königl. Verordnung vom 15. August 1851 diese Entfernung auf 200 Meter festgesetzt. wärend der im Jahre 1875 zu Brüssel tagende Gesundheitscongress 300 Meter für nothwendig hielt. Es lässt sich nur nach dem concreten

Fall ein bestimmtes Urtheil abgeben. Manche Fabricen und Anlagen, wie Schwefelsäurefabriken und Zinkhütten, schaden mehr den entfernt liegenden Wohnungen als den nächsten. Zur Grundlage des Urtheils dient im Allgemeinen die höhere oder tiefere Lage einer Fabrik, ihre Umgebung mit hohen Mauern, die Höhe der Mauern, die rauchverzehrende Einrichtung, ganz besonders der Strichwind und der Gebirgszug der nächsten Umgebung.

4) Die Höhe und Bauart der benachbarten Gebäude, sofern zu der Betriebsstätte Feuerungsanlagen gehören.

5) Die Lage, Ausdehnung und Bauart der Betriebsstätte, die Bestimmung der einzelnen Räume und deren Einrichtung, soweit dieselbe nicht beweglich ist.

6) Der Gegenstand der Fabrication, soweit dieselbe innerhalb der Betriebsstätte erfolgt, die ungefähre Ausdehnung, sowie die Art und der Gang des Betriebes; bei chemischen Fabriken insbesondere die genaue Bezeichnung des Fabricats und des Hergangs seiner Gewinnung.

7) Die Behörden, bei welchen der Antrag eingereicht wird, haben zu prüfen, ob gegen die Vollständigkeit der Vorlage Etwas zu erinnern ist. Die Bauzeichnungen und Nivellements sind zu dem Behufe den zuständigen Baubeamten, die Beschreibungen solcher Anlagen, welche schädliche Ausdünstungen verbreiten, dem zuständigen Medicinalbeamten (resp. einem technischen Sachverständigen) vorzulegen. Diese haben die erfolgte Prüfung auf den Vorlagen zu bescheinigen. Finden sich Mängel, so ist der Unternehmer zur Ergänzung auf kürzestem Wege zu veranlassen.

8) Hinsichtlich der Feuergefährlichkeit hat man noch zu unterscheiden, ob bei der Fabrication leicht entzündliche Körper von gas- oder dampfförmiger, von flüssiger oder fester Natur vorkommen.

Bei gas- oder dampfförmigen explosiven Substanzen ist künstliche Beleuchtung und Ofenheizung zu vermeiden. Die Heizung muss mittels erwärmten Wassers oder Wasserdampfes geschehen und die Beleuchtung von aussen bewerkstelligt werden. Bei Körpern, welche durch Schlag oder Stoss explodiren, sind alle Erschütterungen und Reibungen zu vermeiden. Motoren oder in Bewegung sich befindliche Maschinentheile dürfen sich nicht im Arbeitsraum befinden. Die Arbeitsräume sind ganz zu isoliren und namentlich von den Vorrathsräumen zu trennen. Metalle sind so viel als möglich bei der Arbeit zu vermeiden. Die Arbeitsräume müssen unterirdisch liegen und von Wällen umgeben sein. Das Gebäude selbst darf nicht überwölbt sein, es muss aus leichtem Holzwerk mit Pappbedachung bestehen.

Bei flüssigen feuergefährlichen Substanzen ist eine tiefere Lage der Fabriksohle unter das umgebende Terrain nothwendig, damit flüssige brennende Reste nicht nach aussen fliessen können. Handelt es sich um flüssige explosive Substanzen, z. B. um Nitroglycerin, so darf kein Apparat mit einem Krahnen versehen sein, um alle Reibung zu verhüten. Am besten eignen sich hierzu die sog. Quetschhähne.

Bei feuergefährlichen Substanzen, wobei keine Explosion zu befürchten ist, sind Ueberwölbungen der Gebäude, eiserne Fenster und Thüren nothwendig, um bei einem Brandunglück durch einen hermetischen Verschluss die Erstickung des Feuers sofort veranlassen zu können.

9) Sehr wichtig ist die Anlage der Dampfkessel, da in Folge von Explosionen noch jährlich viele Menschen geopfert werden. Die meisten Staaten haben deshalb auch Vorkehrungen getroffen, um den nachtheiligen und gefährlichen Folgen, denen die Arbeiter ausgesetzt sind, soviel als möglich vorzubeugen.

In Preussen sind die desfallsigen gesetzlichen Bestimmungen in der Allerhöchsten Cabinetsordre vom 1. Januar 1831, vom 27. September 1837, im Regulativ des Handelsministeriums vom 6. September 1848 und in der Circularverfügung desselben Ministeriums vom 19. März 1852 enthalten.

Nach der Anweisung zur Gewerbeordnung des Deutschen Reiches sind alle Anlagen, zu deren Errichtung es einer besondern Genehmigung bedarf, bezüglich ihres Betriebes auch für die Zukunft derjenigen polizeilichen Aufsicht unterworfen, welche durch besondere Gesetze oder polizeiliche Verordnungen eingeführt ist. Deshalb bleiben die in einzelnen Landestheilen bestehenden Bestimmungen in Betreff der regelmässig wiederkehrenden Revision der im Betriebe befindlichen Dampfkessel, in Preussen namentlich das Gesetz, betreffend den Betrieb der Dampfkessel, vom 7. Mai 1856 nebst dem dazu erlassenen Regulativ vom 23. Aug. 1856 (Minist.-Bl. S. 210) nach wie vor in Kraft.

Bezüglich der Dampfkessel-Anlagen sind nach den Bestimmungen des Regulativs, betreffend die Anlage von Dampfkesseln, vom 31. August 1861 (Minist.-Bl. S. 177) und für bewegliche Dampfkessel der Erlass vom 13. März 1855 (Minist.-Bl. S. 49) massgebend.

Ebenso behalten die auf Grund des Circular-Erlasses, betreffend die Aufstellung und den Gebrauch von Lokomobilen, vom 13. März 1855 (Minist.-Bl. S. 49) ergangenen Polizeiverordnungen insoweit ihre Geltung, als sie den Betrieb der beweglichen Dampfkessel unter die besondere Aufsicht der Ortspolizeibehörden gestellt und ihre wechselnde örtliche Aufstellung an die Beachtung gewisser Vorsichtsmassregeln gebunden haben.

Auf Grund der nach § 24 der Gewerbeordnung ertheilten Genehmigung können die beweglichen Dampfkessel zwar an jedem beliebigen Orte aufgestellt und in Betrieb gesetzt werden, ohne dass es einer wiederholten Genehmigung bedarf, es sind aber die für den Gebrauch derselben an den einzelnen Orten erlassenen Vorschriften nach wie vor zu beachten.

Die Polizeibehörde ist befugt, vor dem Beginn des Betriebes einer jeden gewerblichen Anlage, welche der Genehmigung bedarf, sich durch eine Untersuchung zu überzeugen, dass die Ausführung der Bedingungen der ertheilten Genehmigung entspricht. Bei Dampfkessel-Anlagen ist eine solche vorgängige Untersuchung nothwendig. Zur Ausführung derselben ist jeder königl. Baubeamte und Revierbeamte, sowie jeder königl. Eisenbahn-Maschinenmeister befugt.

Die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln für das Deutsche Reich finden sich in der Bekanntmachung des Reichskanzleramts vom 29. Mai 1871 (Reichs-Gesetzblatt No. 23, S. 122).[12]

In Oesterreich bildet die Verordnung vom 11. Februar 1854 die Grundlage, während das Edict vom 15. September 1858 fordert, dass die Bedienung der Dampfkessel sich einer besondern Prüfung unterwirft. Die neueste ausführliche Verordnung datirt vom 1. September 1866.

In Nordamerika sind auf Kosten der Gouvernements wissenschaftliche Untersuchungen über Explosionen angestellt worden, nach welchen es der Einsicht und Klugheit jedes Einzelnen überlassen bleibt, von der erlangten Kenntniss und Erfahrung den nöthigen Gebrauch zu machen.

In England macht das Gesetz jeden Kesselbesitzer für den Schaden verantwortlich, der durch seine Nachlässigkeit den Verunglückten oder deren Familien zugefügt wird, so dass derselbe in jedem besondern Falle, je nach der Bestimmung einer Jury, die lebenslängliche Pensionirung jedes Verwundeten oder die Versorgung der ganzen Familie jedes Getödteten übernehmen muss. In Folge dieser Einrichtung haben sich in Manchester Vereine von Kesselbesitzern zu dem Zwecke vereinigt, alle den Mitgliedern gehörige Kessel unter die Inspection

und Aufsicht eines praktischen Ingenieurs und zuverlässiger Inspectoren zu stellen, welche in regelmässigen Zwischenräumen den Zustand jedes Kessels auf das Genaueste untersuchen. Die älteste dieser Gesellschaften, Association for Prevention of Steam Boiler Explosions, wurde im Jahre 1855 gegründet. Spätere Gesellschaften leisten ausser der Inspection der Kessel auch noch vollständigen Schadenersatz für jede durch Explosionen entstandene Zerstörung.

Neuerdings hat das Entschädigungsprincip auch in Preussen viele Anhänger gefunden.[13])

In Mannheim ist im Jahre 1866 eine Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln auf Veranlassung des badischen Handelsministeriums gegründet worden und durch freiwillige Vereinigung von Dampfkesselbesitzern entstanden. Ihre Aufgabe besteht darin, die Dampfkessel-Anlagen ihrer Mitglieder durch sachverständige Ingenieure revidiren zu lassen und zwar äusserlich während des Betriebes, innerlich und in den Zügen ausser Betrieb, um dadurch vorhandene Schäden zu entdecken und deren Beseitigung zu veranlassen.

10) Die Centrifugalmaschinen (Centrifugen) verdienen eine eben so grosse Beachtung, wie die Dampfmaschinen. Sie können während des Betriebes durch Bruch und Zertrümmerung explosionsähnliche Wirkungen hervorrufen. Dieselben müssen immer tiefer als die Arbeitsräume liegen, weil beim Zerplatzen derselben während des Betriebes die einzelnen Fragmente sich horizontal bewegen und somit den ganzen Arbeitsraum bestreichen können.

Die Centrifugen müssen stets mit einer Hülle umgeben sein, welche ausserdem das Umherschleudern der zerschmetterten Theile unmöglich macht, zu welchem Zwecke man sie noch mit Tauen von Hanf, Eisen- oder Kupferdraht umwickelt. Auch sollten diese Maschinen niemals von Gusseisen, sondern von geschlagenem Eisen angefertigt werden.

Ventilatoren, welche bekanntlich eine senkrechte Bewegung haben, können beim Zerspringen niemals so bedeutende Verheerungen veranlassen, wie die Centrifugen. Da in diesem Falle die Fragmente in die Höhe geschleudert werden, so müssen die Ventilatoren nicht in überbauten Räumen, sondern wo möglich im Freien oder zwischen hohen Mauern aufgestellt werden.

B. Der Betrieb der gewerblichen Anlagen.

Eine allgemeine Beurtheilung desselben ist bei der grossen Mannigfaltigkeit der zu bearbeitenden Stoffe sehr schwierig. Der Betrieb steht oft mit den gesundheitlichen Verhältnissen im innigsten Zusammenhange, wie sich aus nachfolgender allgemeiner Uebersicht ergibt. Man kann bezüglich der verschiedenen Manipulationen beim Betriebe unterscheiden:

I. Mechanische Zertheilung.

1. Trockene Zertheilung. Pulverisiren und Sieben.
   a) Kommen unschädliche Substanzen zur Anwendung, so handelt es sich nur um Belästigung durch Staub, z. B. beim Mahlen, Beuteln in Mahl- und Stampfmühlen, bei Pulverisir- und Reibanstalten.
   b) Handelt es sich um schädliche Substanzen, werden giftige Metalloxyde, Bleiweiss, Bleiglätte, Mennige gemahlen und gepulvert, werden giftige Erze (Glasurerze, arsenikalische Nickel-Kobalt-Erze etc.) auf Pochwerken bearbeitet, so ist bei unvorsichtiger Handhabung die grösste Gefahr für die Arbeiter vorhanden. Selbst beim Pulverisiren von Droguen, namentlich von sehr reizenden Substanzen, z. B. von Cayennepfeffer,

Euphorbiumharz, Gewürznelken etc. kann eine bedeutende Reizung der Nasenschleimhaut entstehen. Das Pulverisiren von Rad. Ipecacuanha erzeugt bekanntlich bei manchen Menschen ein vollständiges Asthma.

2. Nasse Zertheilung. Mahlen unter Zusatz von Wasser: Schlemmen.

a) Unschädliche Substanzen. Theer- und Ockermühlen, das Fertigstellen von Farben in Teigform gehören hieher. Das abfliessende Wasser kann hier nur insofern nachtheilig einwirken, als die Canäle, welche dieselben aufnehmen, leicht verschlammen.

b) Giftige Substanzen. Hieher gehören: Bleiweiss, Massicot-Schlemmmühlen, Stossherde bei Bergwerken etc. Hier sind ganz besonders die Schlemmwässer zu beachten, insofern sie giftige Substanzen suspendirt oder gelöst enthalten. Auch die Zertheilung von Calomel durch Wasserdampf gehört hieher.

3. Zertheilung durch feurigen Fluss oder Schmelzen. Schrotfabrication, Granuliren von Metallen, Schlagloth oder Zink, Weihrauchfabrication etc. Die beim Schmelzen aufsteigenden Dünste sind sehr beachtungswerth, wenn sie aus giftigen Metallen und Metalloxyden bestehen. Kommt Wasser beim Granuliren zur Anwendung, so können die Abflusswässer wegen ihres Metallgehalts schädlich einwirken.

Bei der Weihrauchbereitung wird die Umgegend sehr belästigt und die Feuersgefahr ist wegen der sich entwickelnden ätherischen Oele gross. Die Abflusswässer enthalten ätherische und übelriechende (kreosothaltige) Substanzen, weshalb sie nicht in Schlinggruben abgelassen werden dürfen. Ausserdem sind sie sauer durch ihren Ameisensäuregehalt und können Metalle, womit sie in Berührung kommen, angreifen.

II. Die Präparation verschiedener Substanzen, wobei das Wasser als Medium dient.

Hieher gehört das Ausziehen und Auslaugen mittels kalten und warmen Wassers und Wasserdämpfe

1. von Substanzen, welche nicht in Fäulniss übergehen. Beim Extrahiren der Nutzhölzer unterliegen nur die Abflusswässer der Fäulniss, enthalten Gerbstoffe und dürfen nicht in die Schlinggruben oder Flüsse abgeleitet werden, weil sie die Brunnen verderben resp. die Fische vergiften.

2. Substanzen, welche sehr leicht in Fäulniss übergehen. Das Schwellen der Häute, des Leimguts etc. Bei der Kartoffelstärkefabrication unterliegen die Rückstände und das mit organischen Substanzen imprägnirte Wasser leicht dem Fäulnissprocesse.

3. Substanzen, welche leicht in Fäulniss übergehen und bei welchen man durch die Behandlung mit Wasser einen Fäulniss- und Gährungsprocess einleiten will. Weizenstärkefabrication, Indigofabrication, Flachsrösten, Entkernen der Hörner, Enthaaren der Häute durch Schwitzen, Reinigen der Knochen durch Maceration, Darmsaiten-, Pergament- und Käsefabrication etc.

III. Oxydationsprocesse.

1. Vollständige Verbrennung. Heizung und Beleuchtung als solche, wobei Russ, schädliche Dämpfe und Gase zu beachten sind. Ferner die Anwendung der Verbrennung bei der Landwirthschaft, das Schiffeln und Moorbrennen.

2. Partielle Oxydationen. Sämmtliche Röst- und Reductionsprocesse, Staub, Rauch, Russ, schädliche Dämpfe und Gase, Einwirkung der Hitze, rascher Temperaturwechsel und Beschädigung durch Brand kommen hier vor.

3. Oxydation an freier Luft durch den atmosphärischen Sauerstoff.

a) Verwitterungsprocess bei gewöhnlicher Temperatur. Oxydation des Schwefelkieses und der Metallkiese überhaupt auf den Halden zur Fabrication von Kupfer-, Zink- und Eisenvitriol oder auch gemischten Vitriolen, Rasenbleiche, Wiederbelebung der Gasreinigungssubstanzen etc.

b) Fäulniss- und Verwesungsprocess bei erhöhter Temperatur. Schnellessigfabrication, Bereitung von Butter-, Milchsäure etc.

4. Oxydation durch Säuren, durch die Oxyde des Stickstoffs und Chlors, Beizen der Metalle durch Salpetersäure, Darstellung der Oxalsäure durch Salpetersäure, Farbenfabrication, das Affiniren des Silbers, die Scheidung desselben von Gold und Kupfer durch Schwefelsäure, Darstellung von Eisenbeize etc.

IV. Präparationen, welche auf speciellen chemischen Processen, auf Zersetzung und Verbindung primärer und binärer Art, auf chemischer Affinität beruhen.

Hieher gehören die metallurgischen Processe, die verschiedensten chemischen Fabriken, die Glasfabrication etc.

Es würde zu weit führen, alle Fabricationszweige hier genauer zu bezeichnen; sie lassen sich leicht unter die genannten Rubriken bringen. Viele industrielle Vorgänge beruhen ferner nicht auf einem einzigen Processe, sondern schliessen eine Summe verschiedener Processe in sich, weshalb es nicht ausbleiben kann, dass manche Industriezweige mehr oder weniger zu allen vier Kategorien gerechnet werden können. So kommt z. B. bei der Glas- und Porzellanfabrication die mechanische Zertheilung, die Feuerung, die Oxydation und schliesslich der chemische Process, die Bildung von kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden, zur Sprache. Ebenso verhält es sich mit der Alaunbereitung aus Braunkohlen.

Allgemeine sanitäre Erfordernisse.

1. In allen Räumen einer Fabrik sorge man für hinreichend frische Luft. Der Luftwechsel muss im richtigen Verhältniss stehen zu der Zahl von Personen, welche in den Werkstätten beschäftigt sind, sowie zur Zeit, welche sie dort zubringen. Auch auf alle die Luft verderbenden Ursachen, namentlich auf den Staub etc. nehme man die strengste Rücksicht und sorge um so mehr für einen ununterbrochenen Luftwechsel, je leichter die Luft durch die Art der Arbeit verdorben wird. In grossen Fabriken kann man die Dampfkraft zur Heizung und mechanischen Ventilation benutzen.

2. Die Dampfheizung ist für grössere Räume die zweckmässigste, weil sie eine gleichmässige Temperatur erzeugt und nicht mit Rauch oder schädlichen Dämpfen verbunden ist. Besonders ist sie auch für Fabriken angezeigt, welche durch die Beschaffenheit der Arbeit feucht sind.

3. Das Tageslicht sei nicht zu grell und nicht zu mangelhaft. Die Scheiben müssen so angebracht werden, dass dieselben die Sonnenstrahlen nicht zu sehr concentriren und dadurch die Wärme in den Localen unnöthigerweise erhöhen. Die Lage der Fenster nach Norden ist überall vorzuziehen, wo ohnehin grosse Hitze durch die Art der Arbeit entwickelt wird. Die jetzt vielfach

eingeführte Einrichtung, wonach die Arbeitsräume mit einem schiefen nach Norden gelegenen Glasdache (Shade (Schatten)-Dächer) versehen werden, hat sich überall namentlich bei Spinnereien, Webereien und Färbereien bewährt.

4. Zur künstlichen Beleuchtung eignet sich das Gaslicht am besten, wenn das Leuchtgas von hinreichend reiner Beschaffenheit ist. Da es mehr Sauerstoff als jede andere Beleuchtung bedarf, so ist bei vielen Gasflammen eine ausreichende Lufterneuerung um so nothwendiger.

5. Stets werde die grösste Reinlichkeit beobachtet. Ein Ausscheuern des Bodens und Tünchen der Wände muss wenigstens einmal jährlich geschehen. In geschlossenen Räumen vermeide man das Tabakrauchen und namentlich das Tabakkauen.

6. In Fabrikräumen, welche zur Bearbeitung giftiger Substanzen dienen, dürfen niemals Speisen oder Getränke genossen werden. Es sind stets besondere Essstuben einzurichten.

7. Badeeinrichtungen (Dampfbäder, Wannenbäder, Douchen, Brausen etc.) sollten bei grossen Etablissements niemals fehlen, da Reinhaltung des Körpers eine Hauptbedingung zur Erhaltung der Gesundheit ist. In Fabriken, welche giftige Substanzen bearbeiten, namentlich in Bleiweissfabriken, sind sie absolut nothwendig.

8. Die Aborte müssen allen Anforderungen der Gegenwart entsprechen und in hinreichender Anzahl und Trennung vorhanden sein, wenn verschiedene Geschlechter in Fabriken beschäftigt sind.

9. Tags- und Nachtsarbeiten sind unzulässig. Nur der Wechsel von Ruhe und Arbeit kann die Gesundheit erhalten. Arbeiter, welche während des Tages arbeiten, dürfen nie zu Nachtsarbeiten herangezogen werden. Wenn das amerikanische Princip: „8 Stunden für die Arbeit, 8 Stunden für den Schlaf, 8 Stunden für das Studium und die Musse“ auch noch nicht für europäische Verhältnisse angebracht ist, so erkennt man doch immer mehr an, dass ein Ueberarbeiten nicht nur für die Arbeiter schädlich, sondern auch für die Fabricanten nicht gewinnbringend ist. Humane Fabricanten sind längst zu der Ueberzeugung gekommen, dass bei mässiger Arbeit mehr geleistet wird als bei einer überangestrengten und die Arbeiter bei einer 11stündigen Arbeit mehr verdienen als bei einer 12stündigen.[14])

Das Ueberarbeitssystem (Overworking system) ist in England schon längst als eine Unmenschlichkeit erkannt worden, nachdem man durch genaue Untersuchungen die in dieser Beziehung herrschenden Missbräuche entdeckt und die „Early Closing movement“ vom Jahre 1838 die Hauptveranlassung dazu gegeben hatte. Nach amtlichen Berichten erlagen in London ehedem jährlich Tausende den übermässigen Anstrengungen.

Die „Early Closing Association“ hat zuerst in England den halben freien Sonnabend (the Saturday half-holiday) eingeführt, welcher bis zur Stunde noch fortbesteht. Uebrigens ist nicht zu verkennen, dass die englischen Sitten, nach welchen am Sonntage keine Einkäufe gemacht werden, diesen halben freien Tag für die Arbeiter durchaus erheischen. Leider finden aber auch an diesem Tage die meisten Trunkenheiten statt, wozu der verabfolgte Lohn die Veranlassung gibt. Andererseits haben sich auch wiederum als Gegendamm gegen diese Sittenlosigkeit Vereine zur Hebung des socialen und religiösen Lebens gebildet, worunter die „Young Men's Christian Association“, die „Church of Eng-

land Young Men's Societies" und die „Evening Classes for Young Men" die hervorragendsten sind.

Uebermässige Arbeiten, welche dem Lohn nicht entsprechen, haben unter den arbeitenden Classen hauptsächlich die vielen Unzufriedenheiten erregt. Dadurch entstanden zuerst die Arbeitseinstellungen (Strikes), welche sowohl für die Arbeiter als für die Fabricanten den grössten Verlust herbeiführten. Die weitern Folgen waren alsdann socialistische Vereinigungen, welche eine tyrannische Herrschaft auf die Thätigkeit des Arbeiters ausüben, indem jedes Mitglied derselben ein blindes Werkzeug in der Hand des Vorstandes ist, dessen Befehle er unbedingt bei Gefahr seiner Existenz ausüben muss.

Wie früher die Zünfte auf die Arbeiter so wirkten später die „Strikes" der Arbeiter auf die Arbeitgeber ein, indem sie letztern die höchsten Löhne vorschrieben und Zeit und Art der Arbeit bestimmten. Die Zahl solcher Vereine ist noch immer gross. Die National-Association of United Trades in London besitzt nicht nur eine grosse Zahl von Mitgliedern, sondern auch ein bedeutendes Vermögen. Weder Gewalt noch Gesetz vermochten bisher diese Uebelstände gänzlich zu tilgen. Humanität Seitens der Arbeitgeber und erhöhte Bildung Seitens der Arbeiter müssen Hand in Hand gehen, um die richtigen Anschauungen über Production und Vertheilung des Geldes immer mehr anzubahnen. Die Fabricanten müssen Verständniss und Herz für die Noth der Arbeiter haben, nicht unnöthig die Löhne verringern, sondern in Einklang mit ihrem Verdienst bringen. Ein gegenseitiges Besprechen und offenes Darlegen der factischen Verhältnisse führt am ehesten zum Ziel und zur Versöhnung.[15])

10) Art und Dauer der Arbeit. Accordarbeiten heben die moralische Kraft und das Interesse der Arbeiter an ihrem Beruf; sie gewöhnen an Fleiss und Pünctlichkeit. Sie sind nur dann nicht zulässig, wenn es sich um die Fabrication explosiver Substanzen handelt, weil gerade durch übereiltes Reiben und Stossen am leichtesten Entzündungen herbeigeführt werden.

Die Dauer der Arbeit Seitens des Staates vorzuschreiben, wird stets schwierig sein; die Industrie hängt zu sehr von den Zeitereignissen und vielen Zufälligkeiten ab, so dass zu einer Zeit die Bestellungen sich häufen und zur andern Zeit die Nachfragen gering sind. Demgemäss wird auch bald mehr, bald weniger producirt, folglich müssen alsdann auch die Arbeitsstunden variiren.

In einigen Ländern ist die Arbeitszeit von 16 Stunden für Erwachsene auf 13, 12 und $11\frac{1}{2}$ Stunden reducirt worden und man hat gefunden, dass grössere Leistungen und ein besseres Verdienst die Folgen dieser Reduction sind.

In Frankreich ist seit 1848 und im Canton Glarus durch das Gesetz vom 10. August 1864 die tägliche Arbeitszeit auf 12 Stunden festgestellt worden. Auch darf in diesem Canton zur Nachtszeit gar nicht in den Fabriken gearbeitet werden. Wenn auch die Erfahrung gemacht worden, dass bei einer gesetzlich vorgeschriebenen Arbeitszeit häufig durch „Ueberstunden" das Gesetz umgangen wird, so hat sich doch das Princip nach den in England gemachten Erfahrungen als richtig bewiesen. Ausnahmen von der Regel werden immerhin durch die Umstände geboten sein. Man kann auch zugeben, dass die Verschiedenheit der Fabricationszweige und der damit verbundenen körperlichen Anstrengungen nicht selten einen gewissen Spielraum in der Arbeitsdauer gestatten darf. Die Humanität der Arbeitgeber und die Einsicht der Arbeiter muss alsdann das richtige Mass auszumitteln suchen. Dazu kommt, dass manche in sanitärer Beziehung

gefährliche Arbeiten nicht beständig von denselben Persönlichkeiten verrichtet werden dürfen. Sehr häufig ist ein Wechsel der Arbeit erforderlich, um nicht den Grund zu bleibenden Gesundheitsstörungen zu legen. Auch manche mit körperlichen Anstrengungen verbundene Beschäftigungen müssen zeitlich mehr begrenzt werden als leichtere Verrichtungen, bei denen die Maschine die Kräfte liefert.

Die englische Fabrikgesetzgebung erstreckte sich wesentlich nur auf die Arbeitszeit von jungen männlichen und weiblichen Personen und liess formell die Arbeit der Erwachsenen frei. Da jedoch die Arbeit der erwachsenen Arbeiter namentlich in der Textil-Industrie von der Mithülfe der jungen Arbeiter und Frauen abhängig bleibt, so musste die gesetzliche Beschränkung der Arbeitszeit der letztern nothwendig eine Herabsetzung der allgemeinen Arbeitszeit zur Folge haben.

Es hat sehr heftige Kämpfe gekostet, ehe es zum Abschluss dieser wichtigen Angelegenheit gekommen ist und die Fabricanten nothgedrungen den gesetzlichen Anordnungen sich fügen mussten. Die Vortheile, welche der einheitliche Arbeitstag zunächst der Textil-Industrie brachte, können jedoch nicht in gleichem Grade den übrigen Industriezweigen zu Theil werden. In der Textil-Industrie konnte die Abkürzung des Arbeitstages durch eine vermehrte Production ausgeglichen werden; statt der Menschenhände mussten daher sinnreich construirte Maschinen die Massenproduction liefern. Es ist factisch, dass die englische Fabrikgesetzgebung vorzugsweise den unmittelbaren Anstoss „zur Einführung zeitsparender Maschinen“ gegeben hat.

Die Gesetzgebung hatte für die ganze arbeitende Classe die wohlthätigsten Wirkungen durch die Herstellung eines einheitlichen und abgekürzten Arbeitstages. Der Zwang der fixen Anfangs- und Endstunden wirkt als eine heilsame Schranke ebensowohl gegen Lässigkeit als gegen übertriebene Hast, welche beide für Moral und Gesundheit verderblich sind. Die längern freien Nachmittagstunden, an welchen die auf Hilfsarbeit angewiesenen Personen gerade wie die erwachsenen Arbeiter theilnehmen, geben mehr Zeit und Gelegenheit zur Pflege des Familienlebens, so dass die Abkürzung des Arbeitstages, wenn sie von der arbeitenden Classe richtig benutzt wird, eins der vorzüglichsten Mittel zu ihrer Hebung werden kann. Glücklicherweise beginnen schon heute Arbeiter und Unternehmer allgemein den Werth einzusehen, den die durch die Regelung der Arbeitszeit herbeigeführte Stetigkeit der Arbeit und Lebensgewohnheiten für alle Interessen besitzt, und so ist es gekommen, dass die Fabrikgesetzgebung, welche bei ihrem ersten Entstehen als eine Ungeheuerlichkeit und ein vorweg verfehltes Experiment verhöhnt, als Beschränkung der persönlichen und wirthschaftlichen Freiheit angegriffen und missachtet worden ist, heute in England als eine der Grundlagen der socialen Reform und eine der wohlthätigsten staatlichen Einrichtungen anerkannt wird.[16])

11) Kinder- und Frauenarbeit. Wenn Kinder in den Kreis der Industrie gezogen werden, so ist es Pflicht des Staates, über das körperliche und sittliche Wohl derselben zu wachen, da sie selbst noch nicht im Stande sind, sich zu schützen und vor schädlichen Einflüssen zu bewahren, welche gerade in der Industrie in grösstem Umfange sich geltend machen.

Die Zeitverhältnisse haben die Beschäftigung der Kinder und Frauen in der Industrie veranlasst. Die vermehrte Concurrenz und Production nöthigten zur

wohlfeilern Fabrication und zur Herbeischaffung billiger Kräfte. Kinder und Frauen mussten deshalb die leichtern Arbeiten übernehmen. Am unglücklichsten war ihr Zustand in englischen Bergwerken, in welchen Trunksucht und Sittenlosigkeit auch die Gemüther der Frauen verhärtete. Schon im Jahre 1796 haben die englischen Aerzte Aitkin und Percival zuerst auf den Missbrauch der jugendlichen Kräfte in der englischen Industrie hingewiesen. Robert Peel schlug 1802 und 1819 eine Bill vor, um die Arbeit der Kinder in den Baumwollspinnereien zu regeln, bedeutende Erfolge wurden jedoch nicht erzielt. Glücklicher waren die Bemühungen von Lord Ashley. Als Resultat der neuen Untersuchungen wurde am 29. August 1833 ein „Act to regulate the labour of children and young persons in the mills and factories of the United Kingdom“ (3 and 4 Guill. IV. Cap. 103) dem Parlamente vorgelegt.

Aber erst die Fabrikacte vom 6. Juni 1844 (7 Vict. c. 15) setzte für die Textil-Industrie die Arbeitszeit der Kinder von 8—13 Jahren auf 6½ Stunden herab. Das Gesetz vom 8. Juni 1847 (10 Vict. c. 29) bestimmte für alle jungen Personen und Frauen die Arbeitsdauer auf 11 Stunden täglich und vom 1. Mai 1848 auf 10 Stunden. Es entstand jedoch ein heftiger Kampf gegen dies Zehnstundengesetz, bis durch das Gesetz vom 5. August 1850 (13 und 14 Vict. v. 54) ein Normalarbeitstag für alle jungen Personen und Frauen auf die Zeit von 6 Uhr früh bis 6 Uhr Abends eingeführt wurde. Die gesetzlichen 1½ Stunden Mahlzeit wurden innerhalb dieser 12 Stunden verlegt, so dass die wirkliche Arbeitsdauer in den ersten 5 Wochentagen auf 10½ Stunden festgesetzt wurde, da Sonnabends die Arbeit nach 2 Uhr Nachmittags aufhört.

Das Gesetz von 1850 regulirt noch heute die Arbeitszeit der grössten Zahl der Fabrikarbeiter. Da es aber die Arbeit der Kinder (8—13) noch unter der Herrschaft des Gesetzes von 1844 liess, so entstand dadurch eine grosse Unzuträglichkeit, indem die neue Arbeitszeit (6 Uhr Vormittags bis 6 Uhr Nachmittags) mit dem alten Arbeitstage (5½ Uhr Vormittags und 8½ Uhr Nachmittags) nicht in Uebereinstimmung zu bringen war. Um nun den Arbeitstag der Kinder jenem der jungen Personen und Frauen anzupassen, verbot das Gesetz vom 20. August 1853 (16 und 17 Vict. c. 104) Kinder vor 6 Uhr Morgens und nach 6 Uhr Abends, resp. im Winter vor 7 Uhr Morgens und nach 7 Uhr Abends zu beschäftigen. Mit diesem Gesetze fanden die gesetzlichen Beschränkungen der Arbeitszeit für die Textil-Industrie ihren Abschluss. Sie sind als der Ausgangspunct aller spätern sanitären Massregeln dieser Art zu betrachten.

Das Gesetz versteht unter Kindern Arbeiter vom 8. resp. 9. Lebensjahr bis zum zurückgelegten 13., unter jungen Personen Arbeiter vom Beginn des 14. bis zum Abschluss des 18. Lebensjahrs, unter jungen Frauen weibliche Arbeiterinnen vom Beginne des 19. Lebensjahres.

Kinder und junge Leute dürfen in Fabriken nicht eher zugelassen werden, als bis sie von den durch die Fabrikinspectoren hierzu ernannten Aerzten körperlich untersucht worden sind. Schiefheiten und Difformitäten des Körpers in Folge zu früher und anstrengender Arbeiten waren früher in den englischen Fabriken nicht selten und das „Schiefbein“ (Factory leg) hatte eine traurige Berühmtheit erlangt.

Auch den Rädern, Hebeln und Werkzeugen, welche in unmittelbarer Verbindung mit der Dampfmaschine stehen, namentlich den horizontalen Transmissionscylindern und Rädern, wurde eine grössere Aufmerksamkeit gewidmet und eine Umzäunung derselben angeordnet. Eine häufige Nichtbeachtung dieser Vorschrift

hatte das Gesetz vom 30. Juli 1856 (19 und 20 Vict. c. 38) zur Folge. Bei stattgefundenen Verletzungen muss der Fabrikbesitzer binnen 24 Stunden den Arzt des Fabrikdistrictes schriftlich benachrichtigen, wenn dies nicht schon Seitens des Arbeiters geschehen ist. Der Arzt setzt den Fabrikinspector davon in Kenntniss, welcher einen Bericht an die Staatsbehörde einschickt, die nach Umständen eine Klage auf Entschädigung erheben kann.[17])

Wie bedeutend übrigens die Betheiligung der Kinder und Frauen an der Textil-Industrie im Vereinigten Königreich ist, geht aus folgendem dem Parlament 1870 vorgelegten Ausweis für 1868 hervor:

Bezeichnung der Industrie	Fabriken	Kinder unter 13 Jahren		Männliche junge Personen zwischen 13 u. 18 J.	Arbeiterinnen über 13 Jahre	Gesammtzahl der geschützten Personen	Erwachsene männliche Arbeiter über 18 Jahre	Gesammt-Arbeiter-Anzahl
		Männl.	Weibl.					
Baumwolle	2,549	22,244	19,430	34,324	220,605	299,152	104,461	403,613
Schaafwolle	1,658	3,658	2,867	12,921	55,366	76,470	43,192	119,662
Shoddy	104	140	72	293	1,579	2,188	1,103	3,291
Kammwolle	703	11,534	14,535	9,641	71,451	107,864	24,712	132,576
Flachs	405	1,810	2,862	10,730	81,348	97,155	22,179	119,334
Hanf	26	18	2	314	1,111	1,472	731	2,202
Pferdehaar	17	17	35	90	788	947	187	1,134
Jute	41	305	328	1,261	10,122	12,057	2,154	14,211
Elast. Wollstoffe	45	2	5	496	1,629	2,177	1,689	3,866
Filz	4	—	—	2	6	12	11	23
Wirkwaaren	93	41	12	653	3,468	4,267	2,406	6,673
Maschinenspitzen	186	370	191	765	2,293	3,805	3,136	6,941
Seide	591	1,295	3,560	2,508	25,250	33,204	8,374	41,578
	6,422	41,434	43,899	73,998	475,016	640,769	214,335	855,104

In England wurde ferner bezüglich der Beschäftigung der Kinder und Frauen in Kohlen- und Eisenbergwerken durch das Gesetz vom 10. August 1842 bestimmt, dass junge Mädchen und Frauen zu Grubenarbeiten nicht verwendet werden sollen. Dies Gesetz ist jedoch fast gar nicht zur Ausführung gelangt. Die „Coal Mines Regulation Act“ (1872, 35 und 36 Vict. c. 76) fügt noch die unterirdische Gewinnung von Schiefer und feuerfestem Thon hinzu. Zu diesen Beschäftigungen sollen keine Knaben unter 10 Jahren und keine weiblichen Personen irgend welchen Alters zugelassen werden. Knaben zwischen 10—12 Jahren können mit ministerieller Erlaubniss in einzelnen Bergwerken beschäftigt werden, aber nicht länger als 6 Tage in der Woche und nicht länger als 6 Stunden des Tages, wenn sie mehr als 3 Tage in der Woche arbeiten. Niemals darf die Tagesarbeit mehr als 10 Stunden betragen.

Kinder zwischen 12 und 16 Jahren dürfen unterirdisch nie länger als 54 Stunden in einer Woche und nie länger als 10 Stunden an einem Tage arbeiten.

Bei Arbeiten über der Erde bleiben Kinder unter 10 Jahren ausgeschlossen. Für Kinder unter 13 Jahren, so wie für weibliche und männliche Arbeiter unter 18 Jahren gelten die obigen Bestimmungen mit der Massgabe, dass männliche Personen unter 18 Jahren und Frauen überhaupt niemals in den Stunden zwischen 1 Uhr Abends und 5 Uhr Morgens, ebenso wenig an Sonntagen und nach 2 Uhr Nachmittags an Sonnabenden zu beschäftigen sind.

Auf jede Arbeitsperiode über 5 Stunden müssen ½ Stunde und auf jede Arbeitsperiode über 8 Stunden wenigstens 1½ Stunden Arbeitspausen für die Mahlzeiten allen weiblichen Personen überhaupt und allen männlichen unter 18 Jahren gewährt werden.

Die Eigenthümer oder Dirigenten der Bergwerke haben Register zu führen, in welchen das Nationale der Arbeiter, die Art der Arbeit und die betreffende Beschäftigungszeit einzutragen sind. Dasselbe ist zu jeder Zeit den controlirenden Polizeibeamten vorzulegen.

In Spitzenmanufacturen wurde durch das Gesetz vom 6. August 1861 (24 und 25 Vict. c. 117) die Beschäftigung von Knaben über 16 Jahren mit einer Arbeitsdauer von 9 Stunden und die der Frauen mit einer solchen von 12 Stunden gestattet.

Weitere Ausdehnungen erhielten diese Bestimmungen durch die Fabrikgesetze, Factory Acts. Die Factory Act Extension Act von 1864 (27 und 28 Vict. c. 48), welche sich mit der Fabrication von Thonwaaren, Zündhölzchen, Zündhütchen, Patronen, sowie mit Papiertapeten-Druckereien und Baumwollsammt-Scherereien beschäftigt, verbietet die Beschäftigung von Kindern unter 12 Jahren in diesen Fabriken. Warum aber nur unerwachsenen Personen, d. h. solchen unter 18 Jahren oder Frauen verboten ist, in denjenigen Räumen, welche zur Anfertigung von Zündhölzchen dienen, ihre Mahlzeiten einzunehmen, ist nicht einzusehen, da sich ein solches Verbot auf alle Arbeiter erstrecken muss.

Die Factory Act Extension Act von 1867 (30 und 31 Vict. c. 103) bezieht sich auf alle Hohöfen, Eisen- und Kupferwerke, Maschinenwerkstätten, Metallschmelzereien, Gummi- und Kautschuk-Fabriken, Papier- und Tabak-Fabriken, Glashütten, Buchdruckereien und Buchbinder-Werkstätten und alle Etablissements, in welchen jährlich 50 und mehr Personen wenigstens 100 Tage gemeinschaftlich beschäftigt werden.

Bei Glasöfen soll keine Frauensperson und kein Knabe unter 12 Jahren, in Metallschleifereien kein Kind unter 11 Jahren beschäftigt werden. In jeder Fabrik, in welcher Polir- und Schleifarbeiten vorgenommen werden und ein starker Staub sich entwickelt, sollen entsprechende Ventilationsvorrichtungen getroffen werden; Abweichungen vom Normalarbeitstage der Textil-Industrie sind nach Umständen zulässig. So dürfen namentlich in Buchdruckereien Knaben über 16 Jahre an alternirenden Wochen des Nachts, in Buchbindereien junge Leute über 14 Jahre, auch Frauen 14 Stunden, in Papierfabriken und Glashütten junge Leute überhaupt die gebräuchlichen Stunden arbeiten, wenn die wöchentliche Stundenzahl 60 nicht übersteigt.

In Hohöfen, Eisenhütten, Papierfabriken, grossen Buchdruckereien und mit Wasser getriebenen Werken ist auch die Nachtsarbeit gestattet, aber in nicht mehr als 6, in Hohöfen und Papiermühlen in nicht mehr als 7 Nächten innerhalb 14 Tagen. Ausserdem ist es dem Ermessen des Ministeriums des Innern anheimgestellt, bei diesen Festsetzungen der Arbeitszeit den Gewohnheiten und Bedürfnissen die gebührende Rücksicht zu widmen.

Durch die Factory and Workshop's Act vom 9. August 1870 wurde die Bleaching and Dying Works Act vom Jahre 1864 aufgehoben und ausdrücklich bestimmt, dass die Arbeitszeit unerwachsener Personen und der Frauen in chemischen Bleichereien und Türkischroth-Färbereien auf 10½ Stunden festgesetzt und die Nachtsarbeit für dieselben ganz verboten sei, obgleich sich auch bei allen diesen Verordnungen erleichternde Modificationen in nachtheiliger Weise bemerkbar machten.

Das Werkstätten-Gesetz, Workshop Regulation Act vom 21. August 1867 (30 und 31 Vict. c. 146) für das Kleingewerbe bestimmt den allgemeinen Arbeitstag für Kinder von 6 Uhr Vormittags bis 8 Uhr Abends, für junge Personen und Frauen von 5 Uhr Vormittags bis 9 Uhr Abends. Auch die Schulpflicht wird hierbei auf einen 10stündigen Schulbesuch in der Woche festgesetzt. Die Controle hierüber fehlt aber ganz. Zieht man ferner in Betracht, dass die Communal-Sanitätsbeamten bei der Beaufsichtigung der Werkstätten zuvor eine Anklage beim Friedensrichter über Unzuträglichkeiten erheben müssen, ehe sie die Werkstätten betreten dürfen, so lässt sich leicht ermessen, dass die Durchführung dieses Gesetzes höchst mangelhaft bleiben musste. Die geregelte Verbindung von Arbeit und Schulbesuch wie bei der Textil-Industrie wird hierbei niemals zu erreichen sein, weil bei allen andern Industriezweigen viel weniger Kinder beschäftigt werden, weil viele Fabricanten in Folge der Fabrikgesetze so viel als möglich schulpflichtige Kinder entlassen haben und weil sich überhaupt von den laxen Schulvorschriften des Werkstätten-Gesetzes nicht viel erwarten lässt.

Obgleich die englische Fabrikgesetzgebung auf Volksbildung weniger Einfluss gehabt hat und die Schulvorschriften nur auf die Kinder, d. h. auf 8 bis 13jährige beschränkt blieben, so sind die Schulbestimmungen der Fabrikacte doch darum merkwürdig, „weil sie", wie von Plener bemerkt, „zuerst, wenn auch ohne principielle Formulirung, den Grundsatz des Schulzwanges, welcher der frühern englischen Gesetzgebung und Auffassung fremd war und selbst heute nach dem Volksschulgesetze von 1870 dem Ermessen localer Behörden überlassen ist, zum erstenmal aussprach und wenigstens auf einem bestimmten Gebiete verwirklichte. Die Schulvorschriften der allerersten Fabrikgesetze waren wenig wirksam, einmal weil die Schulstunden zu beliebigen Tageszeiten genommen werden konnten, wie dies den ungleichen und unregelmässigen Arbeitszeiten von 1844 entsprach, und weil die allgemeine Aufsicht ziemlich lässig gehandhabt wurde. Erst mit der zwangsweisen Einführung der sog. doppelten Reihen, welche die Arbeitsdauer für Kinder auf die Hälfte des gewöhnlichen Arbeitstags herabsetzte und für die andere Tageshälfte innerhalb bestimmter Stunden den Schulbesuch vorschrieb, gelang ein wirksamer Fortschritt." [18])

Unzweifelhaft ist der wohlthätige Einfluss, welchen die Fabrikgesetzgebung auf die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in der Textil-Industrie ausgeübt hat. Bekannt ist es ja, dass gerade die armen, geistig und körperlich verkommenen Kinder in der Textil-Industrie für Menschenfreunde, unter denen ganz besonders Lord Shaftesbury hervorleuchtet, eine dringende Aufforderung abgaben, die lange Arbeitsdauer abzukürzen, die Nachtsarbeit abzuschaffen und das Aufnahmsalter der Kinder zu erhöhen. Je mehr sich aber die öffentliche Aufmerksamkeit diesen Uebelständen zuwandte, desto mehr entdeckte man, was noch in Bezug auf Ventilation, Reinlichkeit der Arbeitsräume, auf Schutz vor den Maschinen, auf nothwendige Wasch- und Baderäume etc. zu leisten war. Man kann kühn behaupten, dass die reformatorische Bewegung im sanitären Gebiete der Industrie wiederum den Anstoss zur Ausbildung der öffentlichen Gesundheitspflege gegeben hat; denn nothwendig musste sich der Blick erweitern und der Gedanke lag nahe, dass Alles, was auf einem kleinen und beschränkten Gebiete schädlich auf die Gesundheit der Arbeiter einwirkt, in grössern Verhältnissen auch die öffentliche Gesundheit nachtheilig berühren muss. Es ist daher kein

zufälliges Ereigniss, sondern eine nothwendige Folge dieser grossartigen Reformbewegung, dass gleichzeitig der Sinn für die Hebung der öffentlichen Gesundheit erwachte und die Anbahnung der Städtereinigung durch Canalisirung, Wasserleitungen und eine geregelte Bauordnung ganz vorzugsweise in den grössern englischen Fabrikstädten begonnen hat.

In Frankreich machte zuerst Sismondi[19]) auf den Missbrauch der jugendlichen Kräfte in den Fabriken aufmerksam. Späterhin widmete die Société industrielle de Mulhouse diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit, bis die Academie des sciences morales et politiques beschloss, den Zustand der arbeitenden Classen durch zwei ihrer Mitglieder an Ort und Stelle untersuchen zu lassen. Es waren Villermé und Benoiston de Chateaunau, welche im Jahre 1839 den betreffenden Bericht abstatteten.[20])

Hieraus entstand das Gesetz vom 22. März 1841 (loi relative au travail des enfants dans les manufactures, usines et ateliers), welches die erste Fabrikarbeitsordnung repräsentirt. Nach demselben dürfen Kinder erst im Alter von 8 Jahren in den Fabriken zugelassen werden; in ungesunden und gefährlichen Fabriken darf dies nicht vor dem 16. Jahr geschehen.

Vom 8. bis 12. Lebensjahre darf die Arbeit nicht länger als 8 Stunden bei einstündiger Ruhe dauern und vom 12. bis 16. Jahre werden 12 Arbeitsstunden bewilligt. Jedes in einer Fabrik arbeitende Kind muss bis zum Alter von 12 Jahren den Unterricht in Schulen benutzen. Die Mairie führt durch besondere Kinderarbeitsbücher (Livrets) die Aufsicht über diese Bestimmungen, welche jedoch noch keine besondere Gesetzeskraft erhielten, da die inzwischen ausgebrochene Revolution es verhinderte, dass diese Vorschläge den Kammern zur nähern Erwägung vorgelegt wurden.

Im Jahre 1850 erklärte sich der Conseil général de l'agriculture, des manufactures et du commerce, welcher nochmals von der Regierung mit der Prüfung eines hierauf bezüglichen Entwurfes vom 15. Februar 1847 beauftragt wurde, zu Gunsten desselben.

Das Gesetz vom 22. Februar 1851, betreffend die Lehrcontracte, bestimmt die wirkliche Arbeitszeit für Lehrlinge unter 10 Jahren auf täglich 10 Stunden, für Lehrlinge von 14 bis 16 Jahren auf 12 Stunden und verbot die Nachtsarbeit der Lehrlinge unter 16 Jahren. Im Ganzen und Grossen ist man bei diesen Bestimmungen, welche bezüglich der Fabrikschulen noch unvollkommen sind, stehen geblieben.

In Belgien hat man seit 1849 diesem Gegenstande die nothwendige Aufmerksamkeit geschenkt. Durch Königl. Beschluss vom 7. September 1843 wurde eine Commission mit der nähern Untersuchung beauftragt. Der betreffende Gesetzentwurf wurde aber verworfen, bis der Minister des Innern, Rogier, in Folge des 1852 in Brüssel tagenden Gesundheits-Congresses und durch die Zustimmung des im Jahre 1856 zu Brüssel versammelten Wohlthätigkeits-Congresses ein Gesetz entwarf, welches die Zustimmung der Deputirten und Handelskammer fand.

Hiernach werden Kinder beiderlei Geschlechts unter 12 Jahren von der Arbeit in Fabriken ausgeschlossen. Frauen, Mädchen und Kinder unter 18 Jahren dürfen an Sonn- und Feiertagen in Fabriken nicht arbeiten. Zu allen Zeiten haben die Beamten freien Zutritt in die Fabriken und Werkstätten.[21])

Bezüglich der Kohlenbergwerke enthält das Gesetz vom 2. Mai 1837 zweckmässige Bestimmungen, welche durch die ministerielle Verordnung vom 19. Januar 1850 und den Königl. Beschluss vom 1. Mai 1850 erweitert wurden.[22])

Belgien ist übrigens das einzige Land, welches Frauen und Mädchen noch nicht gesetzlich von den unterirdischen Arbeiten ausgeschlossen hat, weil man von der Ansicht ausgeht, dass viele Wirthschaften im entgegengesetzten Falle ihrer einzigen Einnahmequelle beraubt würden, ohne jedoch zu bedenken, wie viele andere Nachtheile dadurch für die Familie entstehen. Ohne Zweifel werden diejenigen Familien, welche auf solche Weise am meisten Geld verdienen, auch am meisten ausgeben, weil eben jeder geregelte Haushalt fehlt. Factisch ist es, dass solche Frauen viel häufiger erkranken, durch die schwere Arbeit Störungen der Schwangerschaft erleiden und deshalb häufig abortiren.[23])

In der Schweiz haben die Fabrikgesetze die Arbeiten der Kinder und Frauen geregelt, so in Aargau das Gesetz vom 16. Mai 1862, in Basel-Stadt das vom 15. November 1869, in Glarus das vom 29. September 1872. Nach letzterm sind alltagsschulpflichtige Kinder (bis zum vollendeten 13. Jahre) in keiner Fabrik zu verwenden. Frauenspersonen dürfen vor und nach ihrer Niederkunft im Ganzen während 6 Wochen nicht in den Fabriken arbeiten. Die Arbeitszeit dauert jetzt dort allgemein von 6 bis 11 Uhr Vormittags und von 12 bis 6 Uhr Nachmittags.[24])

Die gemeinnützige Gesellschaft zu Zürich hat sich die Regelung der wichtigsten Arbeiterfragen zur Aufgabe gemacht und in dieser Beziehung durch Wort und Schrift nützlich und erfolgreich gewirkt.[25])

In Oesterreich wurde schon in den Jahren 1781 und 1816 auf die Beschäftigung der Kinder und Mädchen Rücksicht genommen. Eine Verordnung vom 5. Januar 1836 und 16. Juli 1839 enthält specielle Bestimmungen über den Unterricht und die Arbeit der Kinder. Hiernach durften Kinder unter 12 Jahren nicht in den Fabriken zugelassen werden; auch mussten sie vor ihrer Aufnahme ärztlich untersucht werden.

Unter dem 29. Juli 1846 wurde diese Bestimmung dahin modificirt, dass Kinder bereits vor dem 9. Lebensjahr zuzulassen sind, wenn sie den vorgeschriebenen Unterricht benutzen. Die Arbeitszeit für Kinder unter 12 Jahren soll 10 Stunden und für Kinder über 12 Jahren 12 Stunden betragen.

In Preussen beginnt mit einer Circular-Verfügung des Ministers der geistlichen Angelegenheiten vom 27. April 1827 die Fürsorge für die jugendlichen Arbeiter, woran sich das Rescript vom 15. November 1828 anschloss, bis die Allerhöchste Cabinetsordre vom 6. April 1839 diese Angelegenheit definitiv regelte, indem hierdurch das Regulativ über die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter in Fabriken vom 9. März 1839 bestätigt wurde. Der Schulbesuch wurde durch das Gesetz vom 16. Mai 1853 und die Circ.-Verf. der Minister für Handel, der geistlichen Angelegenheiten und des Innern vom 18. August 1853 noch bestimmter formulirt.

Die Principien dieser Verordnung sind in die Gewerbe-Ordnung für das Deutsche Reich vom 21. Juni 1869 übergegangen.

Nach § 128 dürfen Kinder unter 12 Jahren zu regelmässigen Beschäftigungen in den Fabriken nicht zugelassen werden. Dies darf vor vollendetem 14. Lebensjahre nur dann geschehen, wenn sie täglich einen mindestens dreistündigen Schulunterricht in einer von der höhern Verwaltungsbehörde genehmigten Schule erhalten. Ihre Beschäftigung darf 6 Stunden täglich nicht übersteigen. Im Allgemeinen dürfen junge Leute vor dem 16. Lebensjahre nicht über 10 Stunden täglich beschäftigt sein.

Nach § 129 dürfen die Arbeitsstunden nicht vor $5^1/_2$ Uhr Morgens beginnen und nicht über $8^1/_2$ Uhr Abends dauern.

Die Annahme jugendlicher Arbeiter in einer Fabrik darf nicht eher erfolgen, bevor

der Ortspolizei-Behörde Anzeige davon gemacht worden und die Väter oder Vormünder derselben dem Arbeitgeber ein Arbeitsbuch eingehändigt haben, welches mit Rubriken für das Nationale des Arbeiters, des Vaters, für die Schulverhältnisse, den Eintritt in die Anstalt und Austritt aus derselben versehen ist.

Im Bereiche der Bergwerke und Aufbereitungsanstalten führen die Bergbehörden die Aufsicht über diese Vorschriften und die Revierbeamten vertreten die Ortspolizeibehörden. Schon mittels Erlasses der Ministerien des Innern und für Handel vom 12. August 1854 wurde die Annahme von Kindern unter 16 Jahren in den Bergwerksgruben (unter Tage) für unzulässig erklärt. Auch soll das sog. Haspelziehen oder Karrenlaufen auf ansteigenden Bahnen unter den Arbeiten über Tage nicht weiter geduldet werden. In Kupferbergwerken ist kein Kind zuzulassen, welches nicht vorher von einem Arzte dazu geeignet erklärt worden ist. Frauen dürfen in keinem Bergwerke unterirdisch beschäftigt werden.

Die Circ.-Verf. der Minister für Handel, der geistlichen Angelegenheiten und des Innern vom 18. August 1853 nahm auch noch Rücksicht auf die sanitären Verhältnisse der Localitäten, auf die Vermeidung resp. Beschränkung der Arbeiten von Mädchen unter 16 Jahren mit Knaben oder Männern in denselben Räumen, namentlich in den Cigarrenfabriken und Buchdruckereien. Auch sollte erwogen werden, welche Beschäftigungen für jugendliche Arbeiter nicht geeignet sind und welche Vorsichtsmassregeln nöthig erscheinen, um den schädlichen Folgen zulässiger Beschäftigungen vorzubeugen. Wo viel Staubbildung stattfindet und Vorkehrungen behufs Sicherung der Circulation der frischen Luft ausnahmsweise nicht ausführbar sind, hat man für die Ablösung der jugendlichen Arbeiter in angemessenen Zwischenräumen zu sorgen. Die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter mit der Handhabung giftiger Stoffe ist ganz zu verbieten oder nur an genau zu controlirende Bedingungen und Vorschriften zu knüpfen. Bei Beschäftigung in dauernd gebückter Stellung sind Vorkehrungen zu treffen, welche eine Verkrümmung des Rückgrats oder sonstige Nachtheile für die Gesundheit verhüten. Wo keine Fabrikinspectoren angestellt sind, haben die betreffenden Departementsräthe so oft als thunlich sich von der Ausführung dieser Vorschriften zu überzeugen.

Für das Deutsche Reich ist von dem Reichskanzleramt ein Programm der durch Beschluss des Bundesraths vom 31. Januar 1874 angeordneten Erhebungen zur Erörterung der Frage über die Erweiterung des gesetzlichen Schutzes der in Fabriken beschäftigten Frauen und Minderjährigen entworfen worden. Der Erlass des betreffenden Gesetzes steht noch in Aussicht.

12. Fabrikinspectoren. Die Controle der bestehenden gesetzlichen Bestimmungen ist überall, namentlich aber in der Industrie, ein Haupterforderniss, wenn das Gesetz nicht ein todter Buchstabe bleiben soll.

Die Gewerbe-Ordnung für das Deutsche Reich schreibt die Anstellung von Fabrikinspectoren nicht bestimmt vor. Der § 132 sagt nur, dass da, wo die Aufsicht über die Ausführung der bestehenden Bestimmungen eigenen Beamten übertragen ist, denselben bei Ausübung dieser Aufsicht alle amtlichen Befugnisse der Ortspolizei-Behörden, insbesondere das Recht zur jederzeitigen Revision der Fabriken zustehen. In Preussen sind in allen industriereichen Districten Fabrikinspectoren angestellt, welche aber bisher nur die Arbeit der jungen Personen und die Maschinen bezüglich der nothwendigen Umzäunung controliren.

In der Schweiz, speciell im Canton Zürich, stiess ihre Ernennung anfangs

auf Schwierigkeiten, weil man dort die Gemeindeschulpfleger für die geeignetesten Behörden zur Ueberwachung des Fabrikgesetzes hielt. Eine besondere Fabrikcommission entschied sich doch schliesslich für das Institut der Fabrikinspectoren. Diese sollen nämlich nicht nur Vertreter der Arbeiter sein, sondern auch die Interessen der Fabrikherrn und der Industrie überhaupt wahrnehmen und nach beiden Seiten vermittelnd einwirken.

Im Schosse dieser Commission wurde auch der Wunsch ausgesprochen, dass die Inspectionen im Interesse der Kinder noch auf manche andere Werkstätte und auf die Hausindustrie ausgedehnt werden möchten, da sie dort recht oft viel nothwendiger seien. Man berichtete, dass Mädchen, welche kaum aus der Alltagsschule entlassen seien, zuweilen vom frühen Morgen bis in die späte Nacht am Webestuhl beschäftigt würden, wodurch die vielen Fälle von Schwindsucht vorkämen. Andererseits verschwieg man sich jedoch nicht, dass eine weitere Ausdehnung der Inspectionen auf Nichtfabriken als ein zu gefährlicher Eingrift in Privat- und Familienverhältnisse erscheine, obgleich man nicht verkannte, dass **Menschenschutzvereine oft weit nothwendiger sind als Thierschutzvereine.** Man müsste vertrauen, dass Kirchen-, Schul- und Gemeindepflege und gemeinnützige Gesellschaften ihre segensreiche, das Volk erziehende Wirksamkeit in dieser Beziehung immer weiter ausdehnen und im Bunde mit der wachsenden geistigen Bildung dazu beitragen würden, eine öffentliche Meinung, eine Volkssitte und Volksjury heranzubilden, welche solche hartherzige Behandlung und Ausnutzung der Arbeitskräfte von Kindern und Frauen öffentlich an den Pranger stellen. Aus diesen Gründen glaubte man auch auf die Fabrikinspectionen kein grosses Gewicht legen zu dürfen, weil man die Mittel zur Abhülfe von Uebelständen des Fabrikwesens mehr im Volke selbst und in seinem Leben als in den Regierungen und in Gesetzen suchen müsse.[26]) Uebrigens wurde von der Fabrikcommission selbst zugestanden, dass mancher Fabrikbesitzer mit Rücksicht auf die Inspectionen vielleicht bessere Vorkehrungen in sanitärer Hinsicht treffen und einen Ehrenpunct darin erblicken würde, gute Einrichtungen zeigen zu können, dass es ferner auf gewisse, namentlich unerwachsene Arbeiter günstig und ermunternd einwirken würde, wenn sie sähen, dass man ihre Interessen zu fördern und die Kinder zu schützen wünsche. Ferner erwähnte ein Fabricant, dass man Aufseher, Werkführer und Meister zuweilen durch Hinweis auf die Inspection ansporne, ihre Pflichten, namentlich auch in Betreff der Annahme von nicht schulpflichtigen Kindern und ihrer Behandlung, gewissenhaft zu erfüllen. Diese Gründe sind wichtig genug, um für das Institut der permanenten Fabrikinspection mit aller Entschiedenheit das Wort zu ergreifen. Der Fabricant, welcher sich täglich im gewohnten Kreise bewegt, übersieht am ehesten die in sanitärer Hinsicht der Fabricationsmethode anklebenden Mängel oder er achtet sie für viel zu gering, um an Abhülfe derselben zu denken. Der Fabrikarbeiter hat keine Einsicht in die seiner Gesundheit drohenden Gefahren und bekümmert sich selten um den daraus erwachsenden Schaden. Fabrikinspectoren, welche Sinn und Herz für das Wohl der Menschheit haben und dabei wirkliche Sachkenntniss besitzen, können in doppelter Beziehung segensreich wirken. Sie sind für den Fabricanten ein Sporn, seine Fabrik den Anforderungen der gewerblichen Gesundheitspflege gemäss einzurichten; sie sind für den Arbeiter eine Beruhigung, indem er dadurch die Ueberzeugung gewinnt, dass man ein Interesse für sein Wohl und Wehe an den Tag legt und zwar in der Voraussetzung, dass

sie gewissenhaft verfahren, weder einseitig das Interesse der Fabricanten oder Arbeiter vertreten, noch einseitig am Buchstaben des Gesetzes halten, sondern ihre Thätigkeit und Sachkenntniss auf Alles ausdehnen, was sie mit den Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege nicht in Uebereinstimmung finden. Von diesem Gesichtspuncte aus kann man von Plener beistimmen, wenn er den englischen Fabrikinspectoren das Zeugniss unermüdlicher Thätigkeit, gewissenhafter Pflichterfüllung und grosser geschäftlicher Tüchtigkeit gibt, da sie den grössten Theil des Jahres auf Reisen zubrächten, fortwährend Fabriken und Schulen besuchten, alle Beschwerden entgegen nähmen und die Anklagen wegen Gesetzesübertretungen erhöben. Ihre halbjährlichen Berichte erklärt er für eine ausführliche und lehrreiche periodische Darstellung der wichtigsten Seiten des industriellen Lebens. Sicherlich versprechen alle Anordnungen der Gemeinden oder Unternehmer nur dann einen Erfolg, wenn die staatliche Beaufsichtigung mit Umsicht und Strenge durchgeführt wird.[27])

Der gegenwärtige Etat für die Fabrikinspection ist folgender: 2 Inspectoren mit je 1000 Pfd. Sterl. Gehalt und 150 Pfd. Sterl. für Schreib- und Reiseauslagen, 2 Hülfsinspectoren mit je 700 Pfd. Sterl., 40 Unterinspectoren mit Gehältern von 3—500 Pfd. Sterl. Die beiden letztern Classen erhalten besondere Reisevergütung und 12 Sh. für jede auswärts zugebrachte Nacht. Für Bergwerke sind 1 Inspector mit 710 Pfd. Sterl. und 12 Kohlenwerkinspectoren mit 6—800 Pfd. Sterl. Gehalt angestellt. Der Staatshaushalt für 1871—72 enthält für die Ausgabe der erstern Art zusammen 25,347 Pfd. Sterl. und für die der zweiten 13,710 Pfd. Sterl.

Der Arbeiter ausserhalb der Fabrik.

Personne n'a le pouvoir de sauver l'ouvrier du pauperisme, si ce n'est l'ouvrier lui même.
Jules Simon.

Wenn man den Arbeiter nicht nur in der Fabrik sondern auch ausserhalb derselben berücksichtigen will, um ihm die Mittel und Wege für seine sittliche, geistige und körperliche Wohlfahrt an die Hand zu geben, so tritt man hiermit der grossen Arbeiterfrage näher, welche zum socialen Gebiete, dem grossen Kampfplatze der Gegenwart, führt. Dieser Gegenstand kann hier nur in grossen Zügen einer Betrachtung unterworfen werden, indem bloss auf die wichtigsten Puncte Rücksicht genommen und für das Specielle auf die betreffende Literatur verwiesen werden wird.[28]) In erster Linie steht:

1) Die Sorge für Reinlichkeit. Die Beobachtung der Reinlichkeit ist eine Hauptbedingung zur Erhaltung der Gesundheit, zur Hebung der Ordnungsliebe und Veredlung der Sitte. Schon im Alterthum stand die Bildung der Völker in der höchsten Blüthe, als die öffentlichen Bade- und Waschanstalten sich nicht nur durch Pracht, sondern auch durch freie Benutzung und Zweckmässigkeit auszeichneten. In Frankreich hat ein Gesetz vom 3. Februar 1851 dem Minister für Handel und Ackerbau einen Credit von 600,000 Frcs. bewilligt, um die Einrichtung öffentlicher Bade- und Waschanstalten zu befördern, welche der arbeitenden Classe entweder unentgeltlich oder gegen geringe Zahlung offen stehen. Nirgends wird aber ein ergiebigerer Gebrauch von Bädern als in England gemacht, und es ist nicht zweifelhaft, dass hierdurch die kräftige Constitution des englischen Arbeiters mit bedingt wird. Schon das Gesetz von 1847 (Bath- and Wash-Houses Act) gestattete jeder Gemeinde, Anleihen behufs Errichtung von Badeanstalten für die arbeitende Classe zu machen. Am wenigsten haben in Deutsch-

land die öffentlichen Bade- und Waschanstalten die nothwendige Verbreitung gefunden; die Bäder sind noch zu theuer und die Waschanstalten noch zu selten. In Berlin existiren seit 1856 und 1858 immer nur noch 2 grössere Waschanstalten. Selbst die Einrichtungen für die Zufuhr des Wassers sind nicht ausreichend und unsere Wasserleitungen entsprechen durchaus nicht dem allgemeinen Bedürfnisse. Die Wasserzufuhr ist eine der wichtigsten und fruchtbarsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege.[29])

2) Turn- und Schwimmübungen sind auch für viele Arbeiter als höchst wichtige Mittel zur Erhaltung der Gesundheit zu betrachten.[30])

3) Die Sorge für passende Arbeiterwohnungen gehört zu den schwierigsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege. Eine gute Wohnung befestigt die Familienbande, hebt den Sinn für das Schöne und befördert das Bewusstsein der eigenen Selbstständigkeit; das System der getrennten Wohnungen (Maisonnets, Cottages, Allotment-system) hat deshalb auch den entschiedensten Vorzug vor dem Casernensystem (Hotels garnis, the common lodging houses). In Bezug auf die Beschaffung von guten Arbeiterwohnungen ist England wiederum mit einem glänzenden Beispiele vorangegangen und Männer wie der Fabricant Akroyd, die Herzöge von Northumberland und Bedfort, sowie der grosse Wohlthäter Peabody, haben sich in dieser Beziehung die schönsten Denkmäler gesetzt. In neuerer Zeit wird das Genossenschaftsprincip auch auf den Häuserbau angewendet. Solche Nutz-Bau-Gesellschaften (Benefit-Building Societies) existiren schon viele in England, namentlich solche, welche sich nach einer im Voraus bestimmten Zeitdauer wieder auflösen. Man unterscheidet deshalb begrenzte Gesellschaften von den permanenten.[31]) Diese grosse Aufgabe harrt aber noch immer auf eine zeitgemässe Erledigung, nachdem man das Wohlthätigkeitsprincip der „gemeinnützigen Baugesellschaften" und „Wohnungsvereine" aufgegeben hat. Selbst die in mancher Beziehung anerkennungswerthe Fürsorge mancher Fabricanten für die Wohnungen ihrer Arbeiter wird insofern als mangelhaft anerkannt, als die Leistungen, welche der Arbeiter dem Fabricanten gegenüber zu übernehmen hat, seine Abhängigkeit vermehren und möglicherweise eine neue Art von Hörigkeit darstellen könnten. In der Schweiz neigt man sich immer mehr der Ansicht hin, den Arbeitern und kleinen Bauunternehmern den Bau und die Einrichtung der Wohnungen zu überlassen, dabei denselben aber den Erwerb des betreffenden Grundstücks zu erleichtern, event. baare Vorschüsse zur Bestreitung der Kosten oder Credit bei Vorschussvereinen gegen Verbürgung zu beschaffen oder auch ein Capital auf Hypothek zu vermitteln. Jedenfalls dürfte dies ein geeignetes Mittel sein, die Thatkraft, Sparsamkeit und Beharrlichkeit des deutschen Arbeiters zu beleben und in diesen Eigenschaften einen Wetteifer mit dem englischen Arbeiter anzuregen.

4. Sorge für eine passende Ernährung. Sache des Staates ist es, die Beschaffung der Lebensmittel zu erleichtern und jede Verfälschung derselben mit den strengsten Strafen zu ahnden. Sache der öffentlichen Gesundheitspflege ist es, die schändlichen Betrügereien auf diesem Gebiete aufzudecken, welche dem Arbeiter gegenüber gleichsam einen langsamen Mord repräsentiren.[32])

In grössern Fabriken ist gegenwärtig vielfach die löbliche Sitte eingeführt, durch die Bereitung der Nahrungsmittel im Grossen namentlich den entfernt wohnenden Arbeitern eine zweckmässige Nahrung zu verschaffen. In grossen Städten verdienen die „Volksküchen" die weiteste Verbreitung, wie sie vorzugs-

weise in Berlin seit 1866 bestehen.[33]) Niederlagen von Lebensmitteln, welche von „Arbeitervereinen“ errichtet werden, gibt es nur in England, denn die nach Schulze-Delitzsch errichteten Consumvereine kommen weder dem Lohn- noch Handarbeiter, höchstens dem Handwerker zu Gute. Für die eigentlichen Arbeiter ist in dieser Beziehung noch nicht viel geschehen, bei welchen es ausserdem auf eine rationelle Auswahl und Verwendung der Nahrungsmittel, d. h. auf einen geregelten Haushalt ankommt. Hier ist das Gebiet, auf welchem allein Frauen ihrer Aufgabe nachzukommen und das Wohl der Familie zu begründen haben. Die „Frauenfrage“ ist vielfach ventilirt und eine Menge von wohlthätigen Vereinen begründet worden, aber es fehlt noch immer an einem Verein, welcher die Ausbildung der Mädchen aus dem Arbeiterstande zu ordentlichen Hausfrauen bezweckt. Es thut Noth, „Männerschutz-vereine gegen unordentliche Frauen“ zu bilden, denn der reichlichste Verdienst bleibt bei einer unordentlichen und unvernünftigen Hausfrau gleich dem Füllen des Danaidenfasses.

5) Arbeiter-Genossenschaften. Die Vereinigung der Arbeiter zur gemeinschaftlichen Selbstbewirthschaftung ihrer Ersparnisse (Cooperatives societies) erstrebt die Bildung einer Arbeiter-Genossenschaft (Working men's association), welche bisher nur auf englischem Boden sich entwickelt hat. Unerwähnt darf in dieser Beziehung die „Rochdale Society of equitable Pioneers“ in Lancashire nicht bleiben. Arme Weber, welche nicht mehr durch „Strikes“ sondern durch „Cooperation“ ihre Lage zu verbessern suchten, wurden im Jahre 1844 die Stifter dieses Vereins. Sie nannten sich „Pioneers“, weil sie als Bahnbrecher auf einem neuen Gebiete auftreten wollten. Wahrscheinlich waren sie durch Richard Owen's System der gegenseitigen Hülfeleistung (mutual assistance) dazu angeregt worden. Schon im Jahre 1863 zählte der Verein 3900 Mitglieder mit einem Vermögen von 43,325 L. Es wurden kleine Läden (Branche-Stores) errichtet, welche aus den Hauptniederlagen mit dem Nöthigen zum Einkaufspreise versehen waren, indem die Distributiv-Associationen (Consumvereine im weitern Sinne) für den gemeinsamen Ein- und Verkauf allerlei Lebensbedürfnisse für den Arbeiter sorgten und die Productiv-Associationen die Selbstfabrication vieler der ersten Lebensbedürfnisse betrieben.[34]) Die auf deutschem Boden entstandene Genossenschaftsbewegung unterscheidet sich insofern wesentlich von der englischen, als der materielle Nothstand der Arbeiter letztere veranlasst hat, während man in Deutschland vom theoretischen Standpunct aus die sociale Frage in die Hand nahm, als die Berliner allgemeine Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1845 die Preussische Regierung veranlasste, einen Verein für die Hebung und das Wohl der arbeitenden Classen zu gründen und aus einem Centralverein verschiedene Localvereine hervorgehen zu lassen. Hiergegen protestirte der „Berliner Handwerkerverein“, weil er von der Ansicht ausging, dass durch Prämien-Sparcassen die Ersparnisse der Arbeiter nur der Grossindustrie zu niedrigem Zinsfuss zugeführt würden. Man griff deshalb zu den in Berlin entstandenen Liedtke'schen Sparvereinen, welche sich von den jetzigen Consumvereinen dadurch unterschieden, dass die Lohnersparnisse der Arbeiter nicht unter Theilnahme der Arbeiter, sondern allein von Menschenfreunden behufs Anschaffung von Lebensbedürfnissen verwaltet wurden. Indem der Berliner „Localverein“ auch die Arbeiter zum Einsammeln, Ankauf und zur Vertheilung der Lebensbedürfnisse an ihre Genossen heranziehen wollte, beabsichtigte man hiermit die

„Selbsterhebung der arbeitenden Classe“ an die Stelle der „bevormundenden Hebung“ zu setzen. Diese Idee fand aber an massgebender Stelle keinen Beifall, weshalb die Projecte nicht ausgeführt wurden. Nach verschiedenen Versuchen trat Schulze-Delitzsch wiederum mit dem Princip der Selbsthülfe auf, um die Arbeiter nach dem englischen Beispiele zu Selbstproducenten und Capitalisten zu machen und zwar im Gegensatz zu Lassalle, welcher das System der Staatshülfe für den Arbeiter aufstellte. Die Schulze-Delitzsch'schen Genossenschaften sind nur Handwerker-Genossenschaften geblieben, indem die Credit-Genossenschaften oder Vorschussvereine dem Handwerker und kleinen Unternehmer Credit verleihen, sobald er einen Bürgen für sich stellen kann, die Rohstoff- und Consumvereine aber den Mitgliedern zu gewerblichen und Haushaltungszwecken dienen.

Die Productiv-Genossenschaften haben in Deutschland noch keine Aussicht auf Erfolg. Die einzigen Beispiele dieser Art liefern die Maschinenbauer in Chemnitz und die Shawlweber in Berlin. Dagegen lässt sich vom Tantièmelohn weit Erspriesslicheres erwarten und hat Berlin bereits einen bisher gelungenen Versuch dieser Art in einer Broncefabrik aufzuweisen. Er liefert fast dieselben materiellen und moralischen Erfolge wie die Productiv-Genossenschaften, ist dagegen in der Ausführung viel weniger schwierig. Auch die Züricher Fabrikcommission erkennt zwar die Schattenseite des Tantièmelohns an, fordert aber doch recht dringend zur Durchführung dieses fruchtbringenden Gedankens auf.

6. Unterstützungsvereine. Dieselben beziehen sich auf Zeiten der Krankheit oder Arbeitsunfähigkeit und sind in den meisten Ländern staatlich geregelt. Für das Deutsche Reich ist durch die Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 (Tit. VIII §§ 140, 141) die Verpflichtung, einer mit einer Innung verbundenen oder ausserhalb derselben bestehenden Kranken-, Hülfs- oder Sterbecasse für selbstständige Gewerbetreibende beizutreten, aufgehoben. Die diesfälligen Anordnungen für Gesellen, Gehülfen und Fabrikarbeiter sind in Kraft geblieben. Die Vorschriften wegen der Knappschafts-Vereine regelt das Berggesetz vom 24. Juni 1865 und für die beim Bau von Eisenbahnen beschäftigten Arbeiter gilt die Verordnung vom 21. December 1846.[35])

7. Verhütung von Streitigkeiten zwischen Arbeitern und Arbeitgebern. Die Gewerbegerichte (Chambre de prud'hommes, Boards of conciliation and arbitration) beabsichtigen, ein gutes Verhältniss zwischen Arbeitern und Fabricanten zu sichern und zu unterhalten. In Frankreich bestanden sie schon im Mittelalter, denn im Jahre 1452 stellte bereits König Renatus prud'-hommes in Marseille an, welche damals die Streitigkeiten zwischen Schiffern und Fischern zu schlichten hatten. Dann waren es besonders die Verordnungen der Gilden, deren Beachtung Seitens der Meister und Arbeiter sie zu überwachen hatten. Erst nach der französischen Revolution wurden sie mit der Aufhebung der Gilden die Vermittler zwischen Arbeitern und Fabricanten. Die Gewerbegerichte haben sich stets als eine sehr nützliche Einrichtung bewährt.

8. Sittliche und geistige Hebung der Arbeiter. Dass die Art der Arbeit auch einen Einfluss auf das geistige Wesen der Arbeiter ausübt, kann nicht geleugnet werden, wenn man beobachtet, dass der Eisenbahnarbeiter oft hart und rauh wie das zu bearbeitende Metall ist, der Weber von Kattun- und Seidestoffen nicht selten eine Vorliebe für Putz zeigt oder die Spitzenarbeiterinnen und Nätherinnen neben einem guten Geschmack in ihrem ganzen Auftreten feinere

Manieren documentiren.[36]) Andererseits drückt sich auch oft die Einseitigkeit einer Beschäftigung im ganzen Wesen des Arbeiters aus. Immerhin ist der Arbeiter verpflichtet, die schädlichen Einflüsse des Berufes mit sittlichen und geistigen Waffen zu bekämpfen. Wissen ist Macht! Dieser Ausspruch gilt auch dem Arbeiterstande; denn je mehr der Arbeiter begreifen lernt, dass Jeder ein Theil des grossen Ganzen ist und der Unterschied der Stände nur in der Lösung verschiedener Aufgaben liegt, desto weniger wird er über sein Schicksal murren, sondern in dem ihm beschiedenen Berufe durch treue Pflichterfüllung seine Befriedigung finden. Die Arbeit ist die Bedingung, aber nicht der Zweck des Lebens. **Lebenszweck ist die sittliche und geistige Vervollkommnung.** Die Bedingungen dazu müssen auch dem Arbeiter durch Unterricht, durch zweckmässige Bildungsmittel, geistige Genüsse und Erholungen gewährt werden. „Arbeiter-Bildungsvereine" sind als die wichtigsten Mittel hierzu zu betrachten und daher auf jede mögliche Weise zu befördern.[37])

Specieller Theil.

Metalloide.

Wasserstoff H.

Wasserstoff kommt selten frei, sondern vorzugsweise mit andern Elementen verbunden vor und bildet nicht nur einen Bestandtheil des Wassers, sondern fast aller organischen Körper. Mit Chlor, Schwefel und Stickstoff verbunden, tritt er in vulcanischen Gegenden, in Verbindung mit Kohlenstoff in Kohlengruben auf. Die lebenden Pflanzen liefern nur eine spärliche Menge von H, indem sie durch die Wurzeln das im Regenwasser enthaltene Ammoniak aufnehmen und bei der Zersetzung desselben im Finstern H durch die Blätter an die Atmosphäre abgeben.

Dargestellt wird Wasserstoff durch Zersetzung des Wassers: a) mittels des electrischen Stromes; b) mittels der Metalle der Alkalien (Natrium, Kalium) bei gewöhnlicher Temperatur, mittels der Metalle der Erdalkalien bei der Siedhitze und durch Eisen, Zink, Zinn und Kohle in der Rothgluth; c) bei gewöhnlicher Temperatur durch Zink oder Eisen unter Beihülfe einer Säure (Salz- oder Schwefelsäure). Hierbei kommt es sehr auf die Reinheit der anzuwendenden Substanzen an, damit sich nicht, wenn das Eisen mit Kohle, Schwefel oder Phosphor, oder das Zink mit Arsen verunreinigt ist, gleichzeitig Arsen-, Schwefel-, Kohlen- oder Phosphorwasserstoff bildet.

Wasserstoffgas ist geruch-, farb-, geschmacklos und dadurch charakteristisch, dass es der leichteste Körper auf unserer Erde ist. Spec. Gew. = 0,0693. Nach *Graham* besitzt das Palladium (wie Platin, Iridium, Eisen) die Eigenschaft, Wasserstoff zu verdichten resp. einzuschliessen. Er brennt mit blasser Flamme (die philosophische Lampe der Alchimisten), kann aber unter gewöhnlichen Verhältnissen das Brennen nicht unterhalten. Ausser durch brennende Körper und den electrischen Strom kann seine Entzündung durch poröse Körper (Platinschwamm, Platinmohr, Platinfolie), welche an ihrer Oberfläche Sauerstoff verdichten, vermittelt werden. Durch die rasche Verbindung von O und H entwickelt sich momentan eine Summe von Wärmeeinheiten, welche das Metall ins Glühen bringt, die Entzündungstemperatur des Wasserstoffs erreicht und alsdann das zuströmende Gas entzündet, wie es beim *Döbereiner*'schen Feuerzeug der Fall ist.

Eine Kugel von reinem Thon und Platinschwarz bringt die Verbindung von 2 V. Th. H und 1 V. Th. O oder 5 V. Th. atmosphärischer Luft ohne Explosion zu Stande. Da sich dieses Gemisch sonst mit Explosion entzündet, so heisst es Knallgas. Bei seiner Verbrennung wird der uns bekannte höchste Grad der Hitze, circa 4000° C erzeugt. Es wird daher in der Technik zum Schmelzen von Metallen oder schwer schmelzbaren Substanzen benutzt. Mit Chlor verbindet sich H bei Einwirkung des directen Sonnenlichts direct unter Feuererscheinung und heftiger Explosion. Im zerstreuten Lichte geschieht die Verbindung allmählig ohne Feuererscheinung.

Einwirkung von Wasserstoff auf den thierischen Organismus. Wegen der häufigen Verunreinigung des Wasserstoffs hat man demselben früher giftige Eigenschaften beigelegt, welche dem reinen Wasserstoff gänzlich fehlen, da er massenhaft von Menschen und Thieren eingeathmet werden kann, ohne dass der geringste Nachtheil dadurch entsteht.[1])

Schon der bekannte Luftschiffer *Pilâtre de Rozier* athmete das Wasserstoffgas bei öffentlichen Versuchen mit demselben im Jahre 1783 in mehreren kräftigen Zügen ohne Schaden ein. Er hatte sogar die Kühnheit, dasselbe beim Ausathmen anzuzünden. Bei fortgesetzter Inhalation von purem Wasserstoff kann der Tod schliesslich nur durch Mangel an Sauerstoff eintreten.

Wasserstoff in der Industrie.

Wegen seiner grossen specifischen Leichtigkeit hat der Wasserstoff bei der Luftschifffahrt beim Füllen der Luftballons eine grosse Rolle gespielt. Schon die Gebrüder Montgolfier gingen beim Bau des ersten Ballons von dem Gedanken aus, denselben mit einem Gase, welches leichter als die atmosphärische Luft sei, zu füllen. Da sie glaubten, dass das Aufsteigen und Schweben der Wolken in der Luft durch Electricität bedingt sei, suchten sie ein mit electrischen Eigenschaften begabtes Gas darzustellen, welches sie durch Verbrennen von Stroh und einer thierischen Substanz, z. B. von Wolle etc., zu erhalten glaubten. Als sie diese Verbrennung unter einem aus Taffet construirten Ballon ausführten, stieg derselbe in die Höhe, aber selbstverständlich nicht in Folge eines aufgenommenen eigenthümlichen Gases, welches man damals Gas-Montgolfier nannte, sondern durch die verdünntere Luft, welche im Innern des Ballons durch die Wärme ausgedehnt und folglich leichter wurde. Erst Charles gebrauchte den Wasserstoff als das leichteste Gas zum Füllen der Luftballons, so dass man von da an Montgolfièren und Charlièren unterschied, bis späterhin der Wasserstoff vom Leuchtgase verdrängt wurde.

In der Industrie kann eine sehr reichliche Entwicklung von Wasserstoff bisweilen gefährliche Folgen haben, wenn die Fabrikräume damit angefüllt werden und in Folge seiner Vermischung mit atmosphärischer Luft ein explosives Gemisch entsteht. Schon häufig sind auf diese Weise Unglücksfälle herbeigeführt worden. Ein solches Unglück ereignete sich z. B. in einem chemischen Laboratorium, als 25 Pfund metallischen Zinks mit der hinreichenden Menge wässriger Schwefelsäure übergossen wurden; nachdem das Laboratorium bald mit einer grossen Menge Wasserstoff angefüllt war, wurde zufällig eine Pfanne mit glühenden Holzkohlen hineingetragen, worauf sofort eine so heftige Explosion entstand, dass nicht nur alle Scheiben sondern auch die eisernen Fensterrahmen herausgeschleudert wurden.

Auch unter andern Bedingungen und bei andern Vorfällen kann der Wasserstoff mit atmosphärischer Luft vermischt zur Explosion gelangen. Dies kann z. B. bei der Darstellung der Essigsäure unter besondern Umständen der Fall sein. In neuerer Zeit geschieht dieselbe nämlich häufig durch Zersetzung von holzessigsaurem Calcium mit Schwefel- oder Salzsäure in gusseisernen Kesseln. Durch das Eisen der Kesselwandungen kann sich das Wasser bei Gegenwart freier Salz- oder Schwefelsäure zersetzen und Wasserstoff bilden, welcher beim Oeffnen der Probirhähne und bei zufälliger Berührung der ausströmenden Gase mit Feuer sich alsdann entzündet, so dass Zersprengungen der Apparate erfolgen. Ein solches Unglück ereignete sich vor einigen Jahren in einer Fabrik. Der zersprungene Kessel hatte einen Arbeiter sogleich getödtet, indem ein grosser Eisensplitter den Kopf desselben getroffen hatte; ein Eisendraht lag in seiner Nähe und war deshalb die Annahme höchst wahrscheinlich, dass er denselben glühend durch einen verstopften Krahnen des Zersetzungskessels geführt und auf diese Weise die Explosion des ausströmenden Gasgemisches veranlasst hatte. Um ein solches Unglück zu verhüten, erscheint es nothwendig, dass bei dieser Fabricationsmethode die gusseisernen Kessel im Innern mit einem bleifreien Email, z. B. mit Borax-Email, überzogen werden. Noch besser ist die Anwendung von kupfernen, inwendig verzinnten Kesseln.

Auch in Dampfkesseln kann sich Wasserstoff entwickeln, wenn dieselben mit Wasser, welches Chloride und Magnesiumsalze enthält, gespeist werden. Es bildet sich hierbei Chlormagnesium, welches zerfällt und zur Bildung von freier Salzsäure Veranlassung gibt. Dieselbe wirkt auf das Eisen der unbedeckten Kesselfläche ein und erzeugt durch Zerlegung des Wasserdampfes freien Wasserstoff. Bei Reparaturen und Reinigungen der Dampfkessel kann alsdann leicht eine Explosion erfolgen, wenn die Arbeiter zu früh mit einem Lichte in den Kessel steigen und das Gemisch von Wasserstoff mit atmosphärischer Luft entzünden. Auf diese Weise sind namentlich auf Seedampfschiffen schon Explosionen vorgekommen. Es ist unter allen Umständen stets zweckmässiger, das Mannloch der Dampfkessel einige Zeit geöffnet zu lassen, ehe man das Einsteigen von Menschen gestattet, damit das Gasgemisch Zeit zum Ausströmen hat.

Beim Verbleien oder Verzinnen des Eisenblechs tritt oft so viel Wasserstoff auf, dass er entzündet werden kann (S. Verzinnen). Man muss daher stets dafür sorgen, dass er sich in geschlossenen Räumen nicht anhäuft, um die Gefahr der Explosion zu vermeiden.

Das Knallgas (die Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff) kommt in der Industrie häufig zur Anwendung. Zur Darstellung künstlicher ächter Edelsteine, z. B. des Rubins etc., zum Schmelzen der Platinmetalle hat man die Knallgasflamme häufig benutzt. Das erste Knallgasgebläse fertigte der Engländer Newman an und brachte dabei das Princip der Davy'schen Sicherheitslampe in Anwendung, nach welchem die Flamme nicht durch die feinen Oeffnungen eines Drahtnetzes hindurchschlägt, weil sie hierdurch eine so grosse Abkühlung erfährt, dass die Entzündungstemperatur sich nicht bis ins Innere fortpflanzt. Man muss nur die Vorsicht gebrauchen, dass das Drahtnetz stets unverletzt bleibt und sich nicht bis zur Entzündungstemperatur des Knallgases, welche bei der Rothgluth liegt, erhitzt. Neuerdings legt man in die Ausströmungsröhre statt der Drahtsiebe Drahtbündel ein. Aber auch bei der grössten Vorsicht sind Explosionen nicht ausgeschlossen, weshalb das Knallgasgebläse längere Zeit ausser Gebrauch kam, bis Maugham seinen Hahn erfand, dessen Construction ein Ausströmen der Gase in gesonderten Röhren und eine Mischung derselben erst dicht vor der Entzündungsstelle gestattete. Durch die Stellung der Hähne der Gasometer lässt man Wasser- und Sauerstoff im Verhältniss von 2 : 1 austreten.

Ein solches Gebläse wird zu den mannigfaltigsten Schmelzungen, namentlich zum Löthen der Metalle benutzt. Da man hierbei kein Loth, d. h. keine Mischung von verschiedenen Metallen, deren Schmelzpunct unter dem des zu löthenden Metalls liegt, bedarf, so schmilzt man mittels dieser Flamme, welche keine Oxydation bewirkt, die Ränder der zu löthenden Metallstücke und fügt sie sofort zusammen. Die Verbindungen dieser Art sind viel fester als die Verlöthungen, welche leicht oxydirt und zerfressen werden, da das Loth namentlich bei zinnernen Gefässen, welche zum Messen oder Aufbewahren saurer Flüssigkeiten dienen, von diesen leichter als das reine Metall angegriffen wird. Es ist daher sehr zu bedauern, dass man das Knallgasgebläse beim Löthen von Gold, Kupfer, Blei und Zink noch zu wenig gebraucht. Seine Anwendung in den Pariser Bijouteriefabriken ist dadurch sehr erleichtert worden, dass man den Wasserstoff aus einem Gasbehälter austreten lässt und mittels eines Blasebalgs nur atmosphärische Luft zuführt. Die älteste Methode dieser Art des Löthens bestand im Gebrauch des blossen Wasserstoffs, wobei sich aber unter

Umständen leicht Knallgas bilden kann, welches alsdann bei Entzündungen Explosionen veranlasst.

Kalk wird bekanntlich im Knallgasgebläse weissglühend. Man nennt dieses Licht nach seinem Erfinder, einem englischen Ingenieur, Drummond'sches oder Hydroxygengaslicht. In Leuchtthürmen dient es als Signallicht; auch zu mikroskopischen Vergrösserungen und zur Darstellung der sogen. Nebelbilder (Dissolving views) wird es benutzt.

In der Chemie dient der Wasserstoff wegen seiner grossen Verwandtschaft mit dem Sauerstoff bei erhöhter Temperatur als Reductionsmittel.

Chlor Cl.

Chlor tritt nur in Verbindungen auf; unter diesen ist die mit Natrium theils in krystallisirtem Zustande (Steinsalzlager), theils in wässriger Lösung (Meerwasser, Salinen) ausserordentlich verbreitet. Im Thier- und Pflanzenreich fehlt diese Verbindung nie.

Zur Darstellung von Chlor benutzt man, seitdem *Scheele* 1774 seine berühmte Abhandlung über Braunstein geschrieben hat, eine Mischung von Braunstein (MnO_2) mit Salzsäure oder eine solche von Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure. In letzterem Falle liefert Kochsalz und Schwefelsäure die Salzsäure (s. Chlorwasserstoffsäure).

$$MnO_2 + 4\,H\,Cl = MnCl_2 + ClCl + 2H_2O$$

Chlor ist ein grünlich-gelbes (χλωρός), verdichtbares Gas und durch seinen durchdringenden Geruch zu erkennen; es ist 2,45mal schwerer als die Luft, 35,5mal schwerer als Wasserstoff. Es lässt sich aus einem Gefäss in das andere giessen, ist nicht brennbar und unterhält auch nicht die Verbrennung. Chlor verbindet sich fast mit allen Elementen, ganz besonders mit Wasserstoff. Mit dem in organischen Verbindungen enthaltenen Wasserstoff vermag es unter Feuererscheinung zusammenzutreten. Ein Wachslicht brennt daher im Chlorgase fort, weil Wachs Kohlenwasserstoffe als Verbrennungsproducte liefert. Während der Wasserstoff im Chlor weiter verbrennt, scheidet sich der Kohlenstoff als Russ aus. Wasser absorbirt bei 10° 2,75 Vol Chlorgas, bei höherer Temperatur nur 1,8 Vol. Dieses Chlorwasser zersetzt sich allmählig, indem Sauerstoff frei wird und Salzsäure entsteht.

$$2\,Cl + H_2O = 2\,H\,Cl + O$$

Durch dieses Verhalten gewinnt Chlor seine Bedeutung als Desinfectionsmittel, weil nascirender Sauerstoff befähigter als der atmosphärische ist, sich mit leicht oxydirbaren Substanzen zu verbinden, und daher Miasmen und Contagien leichter zu zerstören vermag. Aus diesem Grunde ist Chlor ein kräftiges, wenn auch indirectes Oxydationsmittel, nicht minder ein Bleichmittel, indem es alle organischen Farben zerstört. Es vermag aber auch Farben unter Umständen zu erzeugen. Tränkt man nämlich Streifen von weissem Fliesspapier mit Tinct. Guaj. (1 : 24) und trocknet dieselben, so erscheinen sie farblos, in einer verdünnten Chlorlösung wird jedoch das Papier blau, weil Chlor das Wasser zersetzt, den Wasserstoff aufnimmt und den freien Sauerstoff liefert, welcher alsdann die bekannte oxydirende Einwirkung auf das Guajakharz ausübt (S. Ozon).

Hierauf beruht auch die Ansicht über die Wirkung des Chlors bei der Bleiche. Es gibt nämlich keine färbende Verbindung der organischen Welt, welche keinen Wasserstoff enthält. Dieses Wasserstoffs bemächtigt sich das Chlor, so dass der aus der organischen Substanz und aus dem Wasser freiwerdende Sauerstoff die Verbindung oxydirt und ihrer färbenden Eigenschaft beraubt.

Nach einer andern Ansicht bedingt schon der aus der Verbindung austretende Wasserstoff ein Zerfallen des färbenden Körpers und in den meisten Fällen ein Schwinden der färbenden Eigenschaft desselben.

Einwirkung von Chlor auf den thierischen Organismus. Versetzt man Thiere plötzlich in eine Chlor-Atmosphäre, so verlangsamt sich die Respiration, wahrscheinlich weil die Thiere das Inspiriren zu vermeiden suchen. Ein Glottiskrampf konnte hierbei nicht beobachtet werden; erst nach 3 Minuten entsteht bei Kaninchen Taumel und Schwindel bis zum Hinfallen; unter leichten convulsivischen Zuckungen in den Extremitäten und tiefen krampfhaften Inspirationen tritt nach 5 Min. schon der Tod ein. Dies kurze Krankheitsbild wiederholt sich in den Fällen, wo geringere Mengen von Chlordämpfen tödtlich einwirken, nur macht sich hier vorher die heftige Reizung der Schleim-

haut der Nase, des Mundes und der Augen durch reichliche schleimige Absonderung geltend. Eine Opalisirung der Hornhaut bildet sich durch die Coagulation der albuminösen Gebilde. Kaninchen können in einer Atmosphäre von einem Proc. Cl. zu Grunde gehen.

Der Leichenbefund charakterisirt sich bei den durch Chlor umgekommenen Thieren durch eine braunrothe, schwarz gefleckte Lunge. Die Schleimhaut der Trachea und Bronchien ist braunroth injicirt und ein feinblasiger Schaum füllt die feinsten Bronchien bis in den Larynx aus. Einzelne Partien der Lungen erhalten dadurch eine ödematöse Beschaffenheit, während andere dicht und fest sind. Diese Verdichtung kann nur von der entstandenen Salzsäure herrühren, während die flüssigen Exsudate eher der reizenden Einwirkung des freien Chlors angehören. Das Blut ist immer dickflüssig, bisweilen auch feinkörnig: es färbt die Haut schmutzigbraun, ist klebrig, von dunkelbraunrother bis schwärzlichrother Farbe, je nachdem das Chlor längere oder kürzere Zeit eingewirkt hat.[1])

In vieler Beziehung stimmt hiermit der Obductionsbefund bei Menschen überein. *Cameron*[2] fand bei der Obduction eines Matrosen, welcher auf einem mit Chlorkalk und Natriumsulfat beladenen Schiffe eines Morgens todt gefunden wurde, 30 Stunden nach dem Tode blasses, aber nicht livides Gesicht, erweiterte Pupillen, Schaum vor den Nasenlöchern und dem Munde, die Lippen weiss und etwas geschwollen, das Zahnfleisch wie gebleicht, das Epithelium stellenweise auf der Zunge und den Lippen erweicht. Die Halsgefässe zeigten sich gefüllt, die Lungen nur hyperämisch, aber nicht von sehr dunkler Farbe, die Bronchien mit schaumiger und blutiger Flüssigkeit angefüllt, die Trachea durch Gefässinjection geröthet und das ganze Venensystem von Blut strotzend. Die linke Herzhälfte war leer und die rechte mit dunklem Blute angefüllt. An den Unterleibsorganen fand sich nichts Abnormes. Die Schädelknochen waren blutreich, die Oberfläche des Gehirns und seine Häute zeigten schwach angefüllte Gefässe, dagegen waren die Sinus angefüllt. Die Gehirnsubstanz fest und normal. Ganz unverkennbar trat aber beim Einschneiden in die Hirnventrikel ein Geruch nach Chlor auf, welcher bei der Eröffnung der Unterleibshöhle nicht bemerkbar war.

Die primäre Einwirkung von Chlor gibt sich stets durch eine Reizung der Respirationswege kund. Es entsteht Husten, Schnupfen, Heiserkeit, schmerzhaftes Schlucken oder entzündliche Affection des Kehlkopfs. Der Husten kann sich zu einer solchen Heftigkeit steigern, dass nicht selten Blut aus Nase und Mund stürzt. In einem concreten Falle wurde sogar hierdurch ein Riss im Trommelfelle hervorgerufen. Zerreissung der Lungenalveolen und die dadurch erzeugte Lungenblutung kann Todesursache werden.[3]) Taumel und Schwindel steigert sich bisweilen bis zum bewusstlosen Hinstürzen oder der asphyktische Zustand tritt plötzlich ohne alle Vorboten ein. An der frischen Luft schwindet in der Regel die grösste Gefahr; nicht selten bleibt aber in solchen Fällen ein von der Stirnbeinhöhle bis zur Protuberant. occip. strahlender Schmerz zurück.

In einer Chloratmosphäre verliert man Geschmack und Geruch. Indem sich das Chlor mit allen thierischen Häuten, namentlich mit den Schleimhäuten verbindet, empfindet man nur Geruch und Geschmack nach den hierbei entstandenen gechlorten Albuminaten.

Behandelt man frisches Ochsenblut mit Chlor, so wird es sogleich schwarz und bei fortgesetztem Zuleiten von Chlor erstarrt es zu einer chocoladebraunen Masse. Auch das mit 4 Theilen Wasser verdünnte Blut wird durch Chlor chocoladebraun und dick. Bei längerer Einwirkung scheidet sich ein lederbraunes Coagulum ab. Die abfiltrirte hellgelbe Flüssigkeit enthält Eisenchlorid und zeigt im Spectrum keine Blutbänder mehr.

Falk[4]) bezeichnet den Tod der durch Chlor umgekommenen Thiere als eine Herzlähmung und nimmt bei dieser Vergiftung eine allmählig fortschreitende Depression der Herzthätigkeit an. Ob das Chlor an sich oder erst bei seinem Uebergange in Salzsäure als Herzgift einwirkt, wird wohl nur nach den concreten Fällen zu beurtheilen sein. Um die tödtliche Wirkung zu erzeugen, scheint dieser Uebergang nicht nothwendig zu sein, da namentlich in dem *Cameron*'schen Falle im Gehirn sich noch ein deutlicher Geruch nach Chlor wahrnehmen liess.

Nach dem Sectionsbefunde bei Thieren documentirt sich dieser Uebergang ganz entschieden durch feste und dichte Partien der Lungen, da eine solche Veränderung des Lungengewebes sich stets bei den durch salzsaures Gas umgekommenen Thieren findet. (S. Salzsäure.)

Als Schutzmittel gegen Chlor ist das Riechen an mit Alkohol befeuchtetes Ammoniumcarbonat vorgeschlagen worden, indem ersterer gegen das freie Chlor und das Ammoniak gegen die gebildete Salzsäure wirken.

Für Arbeiter in Chlorfabriken ist das Tragen von in blossem Alkohol getauchten Schwämmen vor Mund und Nase mehr zu empfehlen, da sich hierdurch unschädliche Chloralkoholverbindungen bilden. Die Inhalation von Schwefelwasserstoff ist zu verwerfen, ebensowenig das von Bolley empfohlene Riechen an Anilin anzurathen, welches zwar die scharfe Geruchsempfindung und das Kratzen im Schlunde aufhebt, dagegen aber Chloranilin bildet, dessen schädlicher Einfluss auf die Arbeiter zu befürchten ist.

Wenn angeblich Arbeiter in Fabriken, in denen sich viel Chlor entwickelt, häufig an Pyrosis leiden, so ist diese Säurebildung im Magen nur mit den verschluckten Chlordämpfen in Verbindung zu bringen. Auch will man bei Menschen und Thieren, welche häufig und längere Zeit in einer Chloratmosphäre verweilen, eine auffallende Abmagerung beobachtet haben; eine Erscheinung, welche nur mit der gebildeten Salzsäure und ihrer nachtheiligen Wirkung zusammenhängen kann. Die Behauptung, dass Arbeiter in Chlorkalkfabriken epidemischen Krankheiten, namentlich der Cholera weniger ausgesetzt sind, findet in eigenen und fremden Beobachtungen keine Bestätigung. Die Cholera kommt auch bei Arbeitern vor, welche fast täglich mehr oder weniger mit Chlordämpfen in Berührung kommen.

Die Einwirkung des Chlors auf die Pflanzenwelt besteht in der Zerstörung des Chlorophylls, dessen spectrales Absorptionsvermögen verloren geht. Die Pflanzen werden in kurzer Zeit nankinggelb und welken schnell.

Chlorindustrie.

A. **Chlorkalkfabrication.** Unterchlorigsaures Calcium $Ca(ClO)_2$ kommt in reinem Zustande nicht vor und nur ein Gemenge von Calciumchlorid (Chlorcalcium $CaCl_2$) mit unterchlorigsaurem Calcium ist als Chlorkalk, Bleichkalk (Calcaria chlorata) bekannt.

Er gehört zu den wichtigsten Artikeln in der Technik und wird in grossen Mengen namentlich in Sodafabriken fabricirt, wo man die abfallende Salzsäure zu seiner Darstellung benutzt.

Seine Fabrication zerfällt 1. in die **Darstellung des gelöschten Kalkes, des Calciumhydrats** $Ca(OH)_2$, da das Calciumoxyd CaO (Kalk, gebrannter Kalk) als solches kein Chlor aufnimmt.

In der Regel bewirkt man das Löschen des Kalkes in der Weise, dass derselbe auf eine grössere Fläche ausgebreitet und mit einer Giesskanne besprengt wird. Mittels zeitweiligen Umwendens und wiederholten Besprengens zerfallen die Steine zu einem leichten Pulver. Alles fremde Gestein und der ungelöscht gebliebene Kalk werden aussortirt.

Es entwickelt sich hierbei stets Kalkstaub, weshalb sich der Arbeiter nicht vor den Wind stellen darf. Der Kalkstaub reizt besonders die Schleimhäute des Auges, der Nase und des Rachens; selten dringt er tiefer in die Respirationswege ein. Das Sieben (Beuteln) des Kalkes oder Pulverisiren sollte nur in geschlossenen Kasten vorgenommen werden. Nach einer andern Methode breitet man auf grossen siebartig durchlöcherten und mit erhabenen Rändern versehenen Schaufeln den Kalk aus und taucht diese in Wasser.

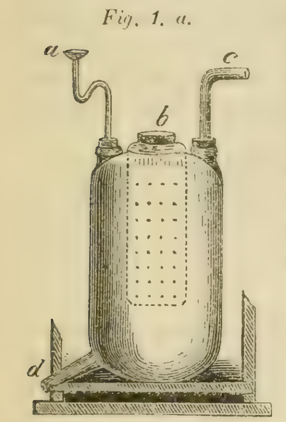
Schon Ramazzini schildert die „dicken und scharfen Dünste", welche sich beim Kalklöschen entwickeln, als schädlich für die Augen und Luftwege der Arbeiter. Da hierbei aber sehr viele Wasserdämpfe auftreten, so wird hierdurch die reizende Einwirkung dieser Dämpfe sehr gemildert.

Den gelöschten Kalk wirft man zunächst auf Haufen, beutelt den pulverig zerfallenen Theil und behandelt die härtern Stücke noch in einem Pulverisirungsapparat. Beim Wegschaufeln, Translociren etc. des Kalkhydratpulvers ist aber Staubbildung niemals ganz zu vermeiden.

2. **Darstellung von Chlor.** Verwendet man hierzu nur Braunstein und Salzsäure, so reicht die Erwärmung mittels Wasserdämpfe aus, welche in einen Kasten von Holz oder Mauerwerk, in welchem die Chlorentwicklungsgefässe stehen, geleitet werden. Zu letztern benutzt man in kleinern Fabriken die aus Chemnitz zu beziehenden thönernen Gefässe, welche in jeder beliebigen Form dargestellt werden.

Die Hälse der Entwicklungsgefässe ragen aus einem hölzernen Deckel, dessen Fugen sorgfältig mit Filz zu verschliessen sind, hervor. Die Säure lässt man durch einen nach dem Welter'schen System gebogenen bleiern oder gläsernen Trichter (Fig. 1. a) zufliessen und bewirkt hierdurch gleichzeitig einen Verschluss. Bei *b* gibt man den Braunstein ein, verschliesst die Oeffnung mit einem hölzernen Keil, überbindet mit Kautschuk und überzieht das Ganze mit einem aus Thon und Gyps bereiteten Kitt. Bei *c* tritt das Chlor aus und das Rohr *d* dient zum Ablassen des Rückstandes, der Manganchlorürlauge. Während des Betriebes wird letzteres mittels eines hölzernen Zapfens verschlossen. Ueberall ist eine sorgfältige Verkittung anzubringen.

Fig. 1. a.



Der Schwerpunct liegt in sanitärer Beziehung auf dem sorgfältigen Verschluss der Apparate, damit sich keine Chlordämpfe im Fabrikraum verbreiten. Dieses Ziel muss bei jedem Apparate erstrebt werden, wenn auch die Construction der Entwicklungsgefässe nach den localen Verhältnissen sehr verschieden ist und sich nach der Menge des zu verwendenden Chlors richtet.

Die Mischung von Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure, welche eine stärkere Erhitzung erfordert, wird wegen der massenhaft producirten Salzsäure seltener benutzt. Vielfach bestehen die Entwicklungsgefässe aus Steingut-Ballons, welche in mit Wasser gefüllten gusseisernen Kesseln stehen und über freiem Feuer erhitzt werden; oder man treibt Wasserdämpfe in das Wasser ein.

Zweckmässig ist es, den Braunstein mittels eines unten geschlossenen und siebartig durchlöcherten Cylinders in das Entwicklungsgefäss zu bringen, nachdem vorher die Säure eingelassen worden ist. Zur Abkühlung des sich entwickelnden Chlors wird dasselbe noch durch zwei leere Ballons geleitet, ehe es in den Condensationsraum gelangt.

In sehr grossen Fabriken benutzt man auch grosse cubische Sandsteintröge, welche aber im Allgemeinen nicht zweckmässig sind. Sie müssen inwendig mit Theer getränkt werden, um der Einwirkung der Säure zu widerstehen *)

Die Eigenschaft des Kupferchlorids ($Cu\,Cl_2$), in der Hitze in Chlor und Kupferchlorür zu zerfallen ($2\,Cu\,Cl_2 = Cu_2\,Cl_2 + Cl_2$), hat *Deacon* benutzt, um Chlor im Grossen darzustellen. Da das zurückbleibende Kupferchlorür leicht wieder Sauerstoff aufnimmt und sich dadurch in Kupferoxychlorid verwandelt, welches durch Salzsäure wieder in Kupferchlorid übergeführt werden kann, so verspricht der continuirliche Gang dieses Processes für die Industrie grosse Erfolge.

Zur Zeit werden thönerne Steine oder Röhren mit einer concentrirten Lösung von Kupfersulfat imprägnirt und in Retorten und Canäle gebracht, welche von aussen zu heizen sind, während eine (am besten vorher erwärmte) Mischung von Salzsäuregas und Luft hindurchgeleitet wird. Anfänglich tritt Schwefelsäure neben salzsauren

*) Chlor- und Bromindustrie haben vieles Gemeinsame, weshalb in Betreff der Construction der Apparate auf letzere verwiesen wird. Auch die Behandlung der Rückstände ist dieselbe.

Dämpfen auf, deren Absorption zu bewirken ist. Es bildet sich Kupferchlorid und der oben erwähnte Process geht continuirlich vor sich. Der gute Erfolg hängt von einer sorgfältigen Regelung der Temperatur ab, welche 400° nicht übersteigen darf.

In England ist man noch um die Vervollkommnung dieses Verfahrens und die Construction von zweckmässigen Apparaten sehr bemüht.[5])

3. **Die Absorption des Chlorgases** geschieht am besten in steinernen Kammern, die inwendig durch einen Anstrich mit eingekochtem Theer verdichtet sind. Das Calciumhydrat wird auf dem Boden auf Sandsteinplatten in einer Höhe von 6 Zoll ausgebreitet. Das Durchkrücken der Masse wird nicht mehr vorgenommen. Am Boden der Kammern finden sich hölzerne Thüren zum Betreten des Raumes, welche während des Betriebes mit Lehm verkittet und durch eiserne Bolzen befestigt werden.

Nach vollendeter Absorption wird die Kammer mittels eines Rohrs mit einem kräftig ziehenden Schornstein in Verbindung gesetzt, um das rückständige freie Chlor zu entfernen. Wenn die Thüren geöffnet sind, wird der fertige Chlorkalk ausgekrückt; die letzten Reste werden zusammengekehrt. Der Arbeiter, welcher zu diesem Zweck die Kammer betritt, muss sich vor Mund und Nase einen feuchten Schwamm binden.

Beim Verpacken des Chlorkalks ist darauf zu achten, dass er in aus trocknem Holze angefertigten Fässern fest eingestampft wird; auch muss er gehörig abgekühlt sein, um Alles zu vermeiden, was die freiwillige Zersetzung des Chlorkalks begünstigt. Man zieht die kältere und kühlere Jahreszeit für die Chlorkalkfabrication vor, da die Erfahrung bewiesen hat, dass in den warmen Monaten sich leicht chlorsaures Calcium $Ca(ClO_3)_2$ und Chlorcalcium $CaCl_2$ bildet.

$$3Ca(ClO)_2 = Ca(ClO_3)_2 + 2CaCl_2.$$

Chlorkalk muss überhaupt an kühlen und vor Licht geschützten Orten aufbewahrt und deshalb in den Fabriken sofort auf Fässer gepackt werden.

Einige Fabricanten benutzen Kalkmilch statt des Calciumhydrats, wenn sie die Lösung des Chlorkalks sofort für den eigenen Bedarf verwenden. Man gebraucht dazu in der Regel Retorten, welche im Sandbade erwärmt werden und deren Hälse in einen steinernen, die Kalkmilch enthaltenden Trog münden und zwar unmittelbar über dem Niveau. Die Kalkmilch muss dabei durch ein Rührwerk in Bewegung gesetzt werden. Man muss auch hier für eine sorgfältige Lutirung des Apparates sorgen.

Der Vorgang bei der Darstellung von Chlorkalk, sowie bei seiner Verwendung ist folgender:

$$2CaO + 4Cl = Ca(ClO)_2 + CaCl_2.$$

Meistens enthält er aber auch noch Calciumhydrat, welches bei der Lösung des Chlorkalks in Wasser grösstentheils ungelöst bleibt. Ein Zusatz von Salzsäure macht die unterchlorige Säure frei und bildet Chlorcalcium

$$Ca(ClO)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2HClO;$$

die unterchlorige Säure zersetzt sich jedoch sofort mit der Salzsäure in Wasser und Chlor.

$$HClO + HCl = H_2O + 2Cl.$$

Auf diese Weise kann der Chlorkalk wie freies Chlor wirken und beruht seine desinficirende und bleichende Wirkung in dieser Zersetzung durch Salzsäure. Durch Kochen mit Wasser verwandelt er sich sofort in chlorsaures Calcium und Chlorcalcium.

Die Benutzung des Chlorkalks zur Desinfection von Wäsche, Kleidern etc. in den Haushaltungen führt für die Wäscherinnen viele Beschwerden beim Waschen herbei, da der Kalk sich mit der Seife verbindet und die Hände wund macht. Es entsteht eine Art Verkleisterung, wenn die Gegenstände nach dem Chlorkalkbad sogleich mit Seife gewaschen werden. Um dies zu verhüten, müssen

sie nach dem Chlorkalkbade zunächst in einer Sodalösung ausgewaschen werden; deshalb zieht man hierbei eine Bleichflüssigkeit, welche aus gleichen Theilen Chlorkalk und Bittersalz bereitet wird, vor. Man übergiesst das Gemenge mit Wasser und lässt es einige Zeit stehen. Es bildet sich unterchlorigsaures Magnesium und der belästigende Aetzkalk wird ausgeschieden.

B. Chlorbleiche. Schon Scheele kannte die bleichende Eigenschaft des Chlors und einige Jahre später versuchte Berthollet die Chlorbleiche statt der Rasenbleiche einzuführen, wozu er zuerst Chlorwasser gebrauchte. Später benutzte er statt des Wassers Pottasche und Soda als Absorptionsmittel, bis Tennant in Glasgow 1799 zuerst den Chlorkalk darstellte. Gegenwärtig liefert eine Auflösung desselben noch immer die gebräuchlichste Bleichflüssigkeit. Alle Bleichflüssigkeiten dieser Art bedürfen aber noch eines Säurezusatzes, um das Chlor frei zu machen.

Mit der fortgesetzten Einwirkung der chlorhaltigen Substanz auf die Fasern war auch eine grössere Zerreissbarkeit derselben verbunden; es mussten daher noch Mittel in Anwendung kommen, welche dieser zerstörenden Einwirkung des Chlors entgegenwirkten. Zu diesem Zwecke wurden vorzugsweise schwefligsaure oder auch unterschwefligsaure Salze benutzt, welche deshalb den Namen Antichlor erhielten. Die Manipulation selbst heisst Antichloriren, findet jedoch vorzugsweise beim Papierzeug, seltener bei Gespinnsten statt.

Verfahren bei der Chlor- oder Schnellbleiche für baumwollene oder leinene Stoffe. Man muss hierbei 1. die Vorbereitungsarbeiten und 2. das eigentliche Bleichverfahren unterscheiden.

1) Zu den Vorbereitungsarbeiten gehören ausser dem Zeichnen, Zusammenheften der Zeuge

a. das Sengen der Fasern von der Oberfläche der baumwollenen Stoffe, welches mit einem brenzlichen Geruch verbunden ist; deswegen hat man in den betreffenden Arbeitsräumen einiger Fabriken mechanische Exhaustoren angebracht, welche die dabei auftretenden empyreumatischen, höchst unangenehm riechenden und die Luft verderbenden Substanzen abführen;

b. das Waschen in lauem Wasser mittels Waschräder und Waschmaschinen als ein einfacher Reinigungsact zur Entfernung der Schlichte;

c. das Beuchen oder Einlaugen zur Entfernung der Fette; man bedient sich dazu vorzugsweise bei baumwollenen Stoffen der Kalkmilch*). Die Beuchkessel sind verschieden construirt und werden entweder auf freiem Feuer geheizt oder mit Wasserdämpfen behandelt.

d. Das Säuren, d. h. das mit Schwefelsäure versetzte Bad, folgt hierauf, um die durch Fette und Harze entstandenen Kalkseifen zu beseitigen. Bei ganz feinen Stoffen gebraucht man saure Molken, während nur bei ordinären und groben Zeugen die nie eisenfreie Salzsäure des Handels zulässig ist.

---

*) Seifen werden nur bei der Rasenbleiche benutzt. Ueberhaupt unterliegen die verschiedenen Manipulationen noch verschiedenen Einschränkungen je nach der Art der Zeuge. So sind z. B. bei Stoffen, welche türkischroth gefärbt werden, oder bei Leinwand das Beuchen mit Kalk und das nachfolgende Säurebad nicht zweckmässig. Hier kommen nur die Laugen zur Anwendung.

e. Nach einem sorgfältigen Auswaschen wird das Beuchen in schwachen Laugen vorgenommen, indem man Kalium- oder Natriumcarbonat mit Kalkmilch zusammenbringt, um Kalium- oder Natriumhydrat darzustellen, welches in der entsprechenden Verdünnung zum Auskochen der Zeuge benutzt wird.

Bei der Bereitung dieser Laugen sind dieselben Vorsichtsmassregeln zu beachten, welche bei diesem Vorgange in Seifensiedereien noch zur Sprache kommen werden*).

Beim Bewegen der Zeuge in den Beuchkesseln und bei der Herausnahme derselben entwickeln sich wie in Färbereien massenhafte Wasserdämpfe, für deren Abzug man möglichst Sorge tragen muss, da sie auf die Arbeiter jedenfalls sehr belästigend einwirken. Die Erzeugung eines starken Zuges würde für die durch die Wasserdämpfe erhitzten Arbeiter in mannigfacher Beziehung schädlich sein; es ist deshalb vorzuziehen, die Beuchkufen unter einem gemeinschaftlichen Dampffange aufzustellen und auch in der First des Gebäudes Oeffnungen oder Fenster, welche nach der Richtung des Windes zu handhaben sind, anzubringen. Eine kräftige Aspiration mittels eines geheizten Schornsteins hat sich hierbei am besten bewährt.

Der Boden der Fabrik muss von beiden Seiten nach der Mitte zu abfallen, damit das Wasser gehörig abfliessen kann. Zweckmässig ist es ausserdem, den Stand der Arbeiter mit Holzgittern zu belegen, da selbst Holzschuhe nicht immer vor dem massenhaft abfliessenden Wasser schützen.

Dass die Arbeiter bei der Schnellbleiche vorzugsweise zur Schwindsucht neigen, wie von mancher Seite behauptet worden, ist durch keine zuverlässige Erfahrung bewiesen. Dagegen steht es fest, dass der Flachs- und Hanffaser ein eigenthümlicher Geruch anhaftet, welcher schon beim Behandeln derselben mit blossem Wasser, noch mehr bei der Einwirkung der Laugen auftritt und weniger für die Arbeiter als ganz besonders für die Nachbarschaft höchst belästigend wird, da bei den erstern schon die Macht der Gewohnheit mitspricht. Handelt es sich aber um Handgespinnst, welches während des Spinnens mit Speichel benetzt worden ist, so treten ammoniakalische und vielleicht auch noch andere flüchtige organische Stoffe auf, welche einen höchst widrigen Geruch verbreiten, beim ersten Auftreten die Augen zum Thränen reizen und bei einzelnen Individuen Ekel und Uebelsein erzeugen können.

Auch kommt es nicht selten vor, dass das Handgespinnst beim ersten Einweichen einen starken rauch- oder kreosotähnlichen Geruch entwickelt; derselbe rührt von der Eigenschaft der Flachsfaser, den Rauch stark zu absorbiren, her und ist namentlich wiederum für die Adjacenten höchst unangenehm**).

Das Wundwerden der Hände der Arbeiter durch die Einwirkung der Laugen wird nur durch eine zu grosse Concentration derselben oder durch Nachlässigkeit hervorgerufen. In einer geregelten Bleicherei wird schon das Interesse der Fabricanten auf die Vermeidung dieser Zufälligkeiten gerichtet sein, da eine schwache Lauge häufig besser als eine zu starke auf die Unreinigkeiten einwirkt. Das

*) Bei den feinsten Sorten von Leinwand ist die Rasenbleiche nicht zu umgehen. Nach mehrtägigem Ansetzen der Leinwand in Wasser wechseln Beuchen, Spülen, Waschen und Rasenbleiche mehrmals nach einander ab, ehe schliesslich ein schwaches Chlorbad an die Reihe kommt.

**) Kommen Thranseifen zur Anwendung, so treten auch alle flüchtigen Riechstoffe der Seife mit auf.

Verbrennen der Arbeiter durch die Lauge in Folge von Ueberspritzen und Uebersprudeln durch einen zu starken Dampfstrahl kann bei gehöriger Aufmerksamkeit vermieden werden.

Die Behauptung, dass die Dämpfe der Laugen Asphyxie erzeugen können, gehört ins Reich der Fabeln. Der bezügliche Fall, welchen Patissier[6]) als Beweis für eine solche Einwirkung der Laugendämpfe anführt, betrifft nur eine Asphyxie durch Kohlendunst. Derselbe bedürfte kaum einer Widerlegung, wenn er nicht von verschiedenen Schriftstellern, selbst von Tardieu, citirt worden wäre; denn die Alkalinität der Flüssigkeit geht nicht in den Dampf über und es bleibt stets nur das massenhafte Auftreten der Wasserdämpfe der belästigende Factor.

Die Abfallwässer beim Beuchen mittels blossen Wassers, welches die Schlichte, die ausgenutzten Laugen, die Seifenwässer etc. aufnimmt, sind gewöhnlich von dunkelbrauner Farbe und reich an organischen Substanzen. Es ist sehr zweckmässig, dieselben mit einem geringen Ueberschuss von Kalkmilch zu versetzen, um dadurch die fetten und organischen Substanzen möglichst zu binden und zu präcipitiren. Der gebildete Niederschlag ist zur Darstellung von Kalkseife zu benutzen, während die schwach alkalische Flüssigkeit frei abgelassen werden kann; nur ist darauf zu achten, dass sie nicht in kleine fischreiche oder der ökonomischen Benutzung dienende Wasserläufe gerathen. Geschieht dies, so werden die einer solchen Verunreinigung preisgegebenen Flüsse oder Bäche nach allen vorliegenden Erfahrungen in beiden Beziehungen werthlos.

Bisweilen ist es rathsam, die sauren und alkalischen Abfallwässer zu vermischen. Namentlich ist dies zu empfehlen, wenn beim Beuchprocess statt der Pottasche die Lauge der Holzasche direct verwendet wird. Die Rückstände bestehen dann aus düngkräftigen Mineralsubstanzen (Kalk, Magnesia, Phosphorsäure etc.), welche durch die Vermischung mit den sauren Wässern gleichsam aufgeschlossen und zur Berieselung sehr gut verwerthet werden können.

Sämmtliche Abflusswässer verdienen mehr Beachtung, als ihnen bisher zu Theil geworden ist. Die „Beuchwässer", womit man gewöhnlich sämmtliche abfallende Wässer bezeichnet, stehen nicht mit Unrecht überall in sehr üblem Rufe, wenn der Abfluss derselben in der Willkür der Fabricanten liegt. Sie bedürfen derselben Berücksichtigung wie die Abfallwässer der Wollfabriken. (M. vergl. diese.)

2) Das eigentliche Bleichverfahren. Der **Chlor-** oder Bleichkalk ist das Hauptbleichungsmaterial. Seltner werden die unterchlorigsauren Alkalien benutzt. (Man vergl. die Fabrication der unterchlorigsauren Alkalien.)

Man unterscheidet bei der Benutzung des Chlorkalks folgende Manipulationen:

a. Man bringt die Zeuge zuerst in eine verdünnte Chlorkalklösung und lässt sie in derselben längere Zeit entweder bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur stehen. Sie wird so lange benutzt bis sie noch ein Bleichen bei den Zeugen hervorruft. Die Bleichflüssigkeit befindet sich in einem ausgemauerten oder mit Blei ausgelegten Bassin und wird in der Regel mittels eines Pumpwerks in den über ihr stehenden Bleichbottich gehoben resp. aus demselben nach gemachtem Gebrauche in das Bassin wieder abgelassen.

b. Zu den nun folgenden Säurebädern wird bei Anwendung von Chlorkalk nur Salzsäure benutzt. In Folge des sich hierbei entwickelnden Chlors tritt jetzt erst der eigentliche Bleichprocess ein. Gewöhnlich bleiben die Zeuge 10—12 Stunden im Säurebad liegen, wodurch gleichzeitig die noch anhaftenden Kalktheile durch Bildung von Chlorcalcium entfernt werden.

In sanitärer Beziehung ist darauf zu achten, dass die Bleichbottiche mit einem gut schliessenden Deckel versehen sind. Ein Abzugsrohr nach dem Schorn-

stein ist mit einem Schieber versehen, um denselben nach beendigter Arbeit öffnen zu können. Bei aller Sorgfalt ist ein schwacher Chlorgehalt in der Atmosphäre nicht zu vermeiden. Derselbe darf jedoch niemals eine solche Höhe erreichen, dass er zu ernstlichen Befürchtungen für die Gesundheit der Arbeiter Anlass bietet. Immerhin ist daher auch aus diesem Grunde die Beschaffung hoher und geräumiger Arbeitslocale erforderlich. Ganz besonders muss das Abzugsrohr der Bleichbottiche nach dem Schornstein gegen Ende des Processes durch Oeffnen des Schiebers in volle Wirksamkeit treten, damit beim Entleeren derselben das überschüssige Gas in den Schornstein und nicht in den Fabrikraum gelangt. Vorzugsweise sind es die baumwollenen Stoffe und das Papierzeug, welche dieser Chlorbleiche unterworfen werden.

c. Das Auskochen in einer Lösung von Soda oder Aetznatron folgt auf das Auspressen der Stoffe nach dem Chlorbade. Alsdann zieht man die Zeuge wieder

d. durch ein Säurebad und schliesst mit einem gründlichen Auswaschen.

Zur Entfernung des Wassers bedient man sich allgemein der Centrifugalmaschinen und Presswalzen. Das Stärken der Zeuge in der Textil-Industrie, welches schon zur Appretur derselben gehört, geschieht mittels eines Walzwerks, dessen unterste Walzen in einem mit Kleister gefüllten Troge sich drehen. Das Trocknen wird durch Trockenmaschinen, welche aus hohlen durch Dampf geheizten Trommeln bestehen, bewirkt, während das Kalandern im Besprengen des Zeuges mit Wassertropfen und im Pressen zwischen kleinen Walzen besteht. Bei einem grossartigen Betriebe folgen diese Manipulationen systematisch auf einander, wovon die letztern rein mechanischer Natur sind und höchstens wegen der damit verbundenen erhöhten Temperatur in den Arbeitsräumen Beachtung verdienen.

Beim Bleichprocesse ist noch die Thatsache zu erwähnen, dass die Arbeiter hierbei bisweilen an einem Augenübel leiden, welches der Blendung der Touristen auf Schnee-Alpen ähnlich ist und besonders dann eintritt, wenn die Bleicherei den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Die Bleichereien müssen deshalb mit der Fensterfront stets nach Norden liegen, um Nachtheile dieser Art zu vermeiden.

Die beim Bleichprocesse (2 a. b.) entstehenden Abfallwässer enthalten Chlorcalcium, sind aber noch als saure Wässer zu betrachten, welche nachtheilig auf die gemauerten Canäle einwirken, aber auch nicht in Schlinggruben oder fischreiche Bäche abgelassen werden dürfen. Nur in grosse Wasserläufe dürfen sie direct abgeführt werden. Ueber ihre Verwerthung vergleiche man die Papierindustrie. Die beim spätern Laugen- und Säurebad (c. d.) resultirenden Wässer lassen sich vermischen und dadurch um so eher unschädlich machen, als sie überhaupt von sehr geringer Concentration sind.

Es kommt bisweilen in den Magazinen der Bleichereien ein Zerspringen der mit Chlorkalk gefüllten Fässer vor, welches oft irrthümlich als eine Explosion aufgefasst wird. Ein solches Ereigniss kann dann eintreten, wenn der Chlorkalk resp. die unterchlorige Säure sich in der Weise zersetzt, dass auf der einen Seite Chlorcalcium entsteht und auf der andern freies Sauerstoffgas entweicht. Letzteres bedingt durch seine Expansion das Zersprengen der Fässer, wenn sie hermetisch verschlossen sind. Man hat zur Verhütung einer solchen Gefahr nur dafür zu sorgen, dass solche Fässer einen zweckmässigen Verschluss haben, wobei das Austreten der Luft ermöglicht ist.

Chlor kommt zum Bleichen der Wolle, der Seide und des Strohs niemals zur Anwendung, wohl aber noch beim Bleichen der Waschschwämme, des Elfenbeins, der von ihrem Fette befreiten Knochen, des Glycerins, der

Fourniere in der Kunsttischlerei etc. und sind daher hier dieselben Vorsichtsmassregeln bezüglich des Schutzes der Arbeiter mehr oder weniger erforderlich. Vielseitige Verwendung findet der Chlorkalk noch in der Kattundruckerei, um verschiedene Zeichnungen auf farbigem Grunde zu erzeugen; namentlich bei der Krapp- und Türkischrothfärberei dient er als sogenannte Fress- oder Aetzbeize. Weisse Zeichnungen auf dunklem Grunde erhält man nämlich, wenn man mit Chlorkalk, Thonerde und Gummi versetzte Weinsteinsäure mittels Formen auf die ausgefärbten Kattune druckt; durch die Chlorentwicklung an den bedruckten Stellen wird die Farbe zerstört und treten alsdann die Zeichnungen nach dem Spülen weiss auf. Will man andere Farben hervorrufen, so setzt man der Weinsteinsäure solche Farben zu, welche durch Chlor nicht zerstört werden. Zu blauen Farben eignet sich z. B. das Pariser Blau; eine gelbe Farbe entsteht, wenn man das Gemisch von Weinsteinsäure, Chlorkalk etc. mit Bleinitrat versetzt. Chlor verwandelt alsdann letzteres in weisses Chlorblei, welches durch ein nachträgliches Bad von Kaliumchromat in das gelbe Bleichromat verwandelt wird. Das Verfahren ist übrigens so mannigfaltig, dass die ausführliche Erläuterung desselben mehr zum Gebiete der Technologie gehört. Die hervorgehobenen Gesichtspuncte sollen nur für die Beurtheilung der sanitären Verhältnisse einen Anhalt bieten. Die Druckereien und Färbereien machen überhaupt den ergiebigsten Gebrauch von den verschiedensten metallischen Verbindungen, deren Verbleib im Interesse der öffentlichen Gesundheit der sorgfältigsten Controle bedarf. Es wird sich noch häufig Gelegenheit finden, hierauf zurückzukommen.

Chlorwasserstoffsäure HCl oder Salzsäure, Acid. muriatic. s. hydrochloratum.

Salzsäure kommt frei in der Natur nur sparsam in den Gasen der Vulcane und in den Bächen und Quellen in der Nähe derselben vor. Bei vielfachen industriellen Processen, bei Feldziegeleien, bei der Verhüttung von Kobalt- und Nickelerzen, bei Soda- und Glasfabriken, bei der Reinigung der Platinerze wird man sie häufig in der Umgebung der betreffenden Etablissements nachweisen können.

Die Stollenwässer sehr schwefelkieshaltiger Steinkohlenflötze enthalten nicht selten freie Salzsäure, wenn das Kohlenlager Steinsalz enthält und die Schwefelkiese der Verwitterung stark unterworfen sind; sie sind daher beim Ablassen sehr zu berücksichtigen, damit sie nicht die Vegetation zerstören resp. die Fische in den Flüssen tödten.

Im Magensafte kommt flüssige Chlorwasserstoffsäure in verhältnissmässig kleinen Mengen vor.

Dargestellt wurde die gasförmige Salzsäure zuerst durch *Priestley* 1772. Gegenwärtig wird sie durch Uebergiessen von Kochsalz (10 Th.) mit Schwefelsäure (18 Th.) und Wasser (6 Th.) unter Mitwirkung einer gelinden Erwärmung gewonnen. Als Nebenproduct fällt sie bei der Sodafabrication in grosser Menge ab.

$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl.$$

Auf das entstandene primäre oder saure Natriumsulfat ($NaHSO_4$) wirkt in der Hitze noch ein Molecül NaCl ein, wodurch neben secundärem oder neutralem Natriumsulfat (Na_2SO_4) wiederum Salzsäure sich bildet.

$$NaCl + NaHSO_4 = Na_2SO_4 + HCl.$$

Chlorwasserstoff ist gasförmig, von stechendem Geruche, farblos, nicht stark sauer, zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, raucht deshalb stark an der Luft, brennt nicht und unterhält auch das Brennen nicht. Er ist verdichtbar und wird von Wasser sehr begierig absorbirt. Bei 0° absorbirt Wasser sein 500faches, bei 10° sein 450faches Volumen an Gas. Eine Säure von 40% HCl, welche an der Luft stark raucht und ein spec. Gew. von 1,2 hat, ist die Salzsäure des Handels; sie ist stets arsenhaltig. Die medicinische Salzsäure enthält 30% HCl, raucht nicht stark an der Luft und hat das spec. Gew. 1,160. Eine Säure von 1,060 spec. Gew. raucht nicht an der Luft und wird durch Vermischen der letztern Säure mit dem gleichen Volumen Wasser dargestellt. Sie heisst Acidum hydrochloricum dilutum und kommt in der Medicin und Chemie am häufigsten zur Anwendung; sie hat einen stark sauren Geschmack, ist von ätzender Wirkung und röthet Lackmuspapier sehr stark.

Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube wird unter eine Glasglocke gebracht.*) Beim Eindringen der Dämpfe, welche aus Kochsalz und Schwefelsäure entwickelt wurden, sogleich Blinzeln, Putzen der Augen, Röthung derselben. Nach 1 M. Schwanken, Kothabgang, Dyspnoe mit weitem Oeffnen des Schnabels. Nach der sofortigen Herausnahme die heftigsten Convulsionen, welche die Taube hin und her schleudern. Nach $2^1/_2$ M. bleibt sie liegen, athmet ein paar Mal krampfhaft auf und stirbt nach 3 M.; Hornhaut auf beiden Seiten sehr trübe. Die Section verunglückte.

2) Ein starkes Kaninchen unter der Glasglocke. Beim Eintritt der Dämpfe Blinzeln, Putzen der Schnauze, Thränen der Augen bei 10 unregelmässigen Inspir. binnen $^1/_4$ M.; Ausathmen eines weissen Dampfes (Wasserdampf mit Salzsäure). Nach 10 M. neue Zufuhr der Dämpfe, bis eine trübe Atmosphäre entsteht. Das Kaninchen erhebt sich und putzt stark die Schnauze. Nach 14 M. allmähliges Herabsinken aus der aufrechten Stellung; 8 angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M.; nach 22 M. neue Einleitung der Dämpfe; ruhiges Liegen bei geschlossenen Augen und angestrengter Respiration. Nach 24 M. nochmaliges Erheben und Putzen der Schnauze. Nach 28 M. Zuleitung der Dämpfe bis zur leichten Trübung der Atmosphäre. Ruhiges Sitzen bei zurückgezogenem Kopfe und 16 sehr angestrengten Inspir. binnen $^1/_4$ M.

Nach 30 M. Herausnahme des Thieres. Cornea opalisirt, Augen mit Thränenflüssigkeit angefüllt; häufiges Schütteln des Kopfes und Putzen der Schnauze. Nach 3 M. 32 Inspir. binnen $^1/_4$ M. in der Bauchlage. Diese beschleunigte Respiration hält eine Stunde lang an und geht dann in eine kurze, oberflächliche über. Am zweiten Tage 7 angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M.; häufiges Aufschreien; geringes Schleimrasseln in den Bronchien. Am dritten Tage noch 7 angestrengte Inspirationen; oft lautes Jammern. Gegen 10 Uhr fällt es bisweilen auf die Seite; hierauf sehr heftiger Husten mit Erschütterung des ganzen Körpers. Gegen 1 Uhr nur 3 Inspir. binnen $^1/_4$ M.; alsdann Zusammensinken und gegen 2 Uhr Tod unter kurzen, krampfhaften Inspirationen.

Section nach 24 Stunden. Die Augen mit verdicktem Schleim verklebt, Cornea auf beiden Seiten opalisirt. Todtenstarre stark. Schädelhöhle: Pia mater überall sehr hyperämisch. Am hintern Rande der beiden Hemisphären ein geronnenes Blutklümpchen, welches von einer dünnen Schicht blutiger Flüssigkeit umgeben ist. Plex. venos. spin. mit geronnenem Blute angefüllt. Von der Medull. obl. an bis zu den Rückenwirbeln hin ein ganz dünnes, flüssiges Blutextravasat auf der Dura mater. Brusthöhle: Die Lunge überall hell- und braunroth marmorirt. Der mittlere rechte Lungenlappen dunkelbraun, fest und im Wasser untersinkend; der rechte untere und der linke obere Lappen haben theilweise dieselbe Beschaffenheit, nur die Ränder sind hier etwas hellroth. Das Parenchym an diesen Stellen dunkelbraunroth und nicht knisternd beim Einschneiden. Auf den Schnittflächen wenig flüssiges, dunkles, schwach sauer reagirendes Blut. An den lufthaltigen Stellen tritt ein feiner Schaum aus. Auf der braunroth injicirten Trachealschleimhaut eine dünne Lage schleimiger, blutig gefärbter Flüssigkeit. Das ganze Herz strotzt von dickem geronnenem Blute. Unterleibshöhle: Leber braunroth und reich an dickflüssigem Blute. In der Ven. cav. inf. nur geronnenes Blut. Galle flüssig und dunkelbraun. Nieren nicht blutreich; Milz blauroth. Der Magen mit unverdautem grünem Futter und viel Flüssigkeit angefüllt. Urinblase leer. Auf der Oberfläche sämmtlicher Gedärme starke Injection. Wenig flüssiges, dunkelbraunrothes, an der Luft sich mehr röthendes Blut. Die Blutkügelchen sind grösstentheils normal; einzelne haben einen gekerbten Rand.

Die salzsauren Dämpfe erzeugen eine Reizung aller Schleimhäute, mit denen sie in Contact kommen. Bei Thieren zeigt sich Blinzeln mit den Augen, Röthung derselben, vermehrte Thränenabsonderung und Stechen in der Nasenschleimhaut, welches zum Jucken nöthigt; bei längerer Einwirkung der Dämpfe treten alle Erscheinungen einer starken Dyspnœ ein; dazu kommt eine Trübung der Cornea, welche in Corrosion übergehen kann. Bei Kaninchen erfolgt der Tod nicht so rasch wie bei Chlordämpfen. Als Sectionsbefund ist in allen Fällen die festere und dichtere Beschaffenheit einzelner Lungenlappen charakteristisch, welche sicher mit der Coagulation von Albuminaten zusammenhängt und den Eintritt des Todes mit bedingt.

Versetzt man defibrinirtes Blut mit verdünnter Salzsäure, so wird es schwarz-

*) Die Glasglocke ist an der obern Wölbung mit zwei Hälsen versehen, um Gase und Dämpfe aus- und eintreten zu lassen; unten ist sie offen und steht auf einer Glasplatte. Ihr cubischer Inhalt beträgt 7655 C.-Ctm.

braun. Bei der Prüfung mittels des Spectroscops zeigt sich ein Band im Roth zwischen den Fraunhofer'schen Linien A und B, welches durch ein Alkali wieder schwindet.

Je mehr die Alkalinität des Blutes abnimmt, desto sicherer ist der tödtliche Ausgang; diese Alteration des Blutes dürfte bei der Einwirkung der salzsauren Dämpfe nicht ausser Acht zu lassen sein; sie kann auch beim Einathmen von Chlor mehr oder weniger vorkommen, wenn durch die Beschlagnahme des Wasserstoffs Salzsäure gebildet wird.

Alle diese Vorgänge müssen sich beim Einathmen der sauren Dämpfe eher und schneller ausbilden, als bei der Aufnahme der Säure durch den Magen. Dass dabei die Circulation selbst beeinträchtigt wird und eine allmählig zunehmende Depression der Herzthätigkeit die Folge ist, leuchtet ein, indem, wie Goltz und Bobrik nachgewiesen haben wollen, die Mineralsäuren zwar nicht direct auf die Herzganglien, wohl aber auf die regulatorischen Centra deletär einwirken[7]). Bei den durch salzsaures Gas umgekommenen Thieren fällt stets die Menge des geronnenen Blutes auf; mit seiner dunkelbraunrothen Farbe hängt die braunrothe Injection der Schleimhaut der Bronchien und Trachea, sowie die dunkelbraunrothe Farbe der Lunge zusammen. Bei der Verdichtung des Lungenparenchyms fehlt dagegen die schaumigflüssige Absonderung auf der Schleimhaut der Respirationswege, welche sich nach Chlor-Einwirkung stets in einem auffallenden Grade zeigt. —

In der Industrie hat die bei der Sodafabrication abfallende Salzsäure stets zu vielen Klagen Veranlassung gegeben. Es ist noch nicht lange her, dass man namentlich in Belgien in den Sodafabriken die Ursachen einer vermehrten Sterblichkeit unter der dortigen Bevölkerung suchte. Die Hinfälligkeit dieser Beschuldigung ist durch die von der Belgischen Regierung im Jahre 1855 angeordnete Commission von Sachverständigen hinreichend bewiesen worden.[8]) Obgleich epidemische Krankheiten dort keinen günstigern Boden als anderswo gefunden haben, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass die massenhaft in's Freie ausströmende Salzsäure für den Menschen eine grosse Belästigung, für die Pflanzenwelt aber eine bedeutende Schädigung herbeiführt. Beides beobachtet man schon bei Töpfereien, wo das Kochsalz zum Glasiren gebraucht wird und salzsaures Gas entweicht.

Von geringerer Bedeutung ist das Auftreten der Salzsäure bei der künstlichen Düngerbereitung, in Glasfabriken und bei Feldziegelöfen. Menschen mit reizbaren Lungen empfinden die Belästigung am meisten durch den beständigen Husten, welchen das Gas erzeugt, wohingegen viele Arbeiter bekanntlich davon unberührt bleiben, wenn sie sich an die Einwirkung desselben gewöhnt haben. Für die Arbeiter bleibt der Umstand immer günstig, dass die Entwicklung des Gases fast nie in geschlossenen Räumen stattfindet und daher auch die Einwirkung desselben sich höchst selten in prägnanter Weise bemerkbar macht. Aus Rücksicht auf die Adjacenten und die zunächst befindliche Vegetation ist es jedoch stets geboten, auf die Unschädlichmachung des salzsauren Gases zu dringen. Neuerdings werden auch die Fabricanten schon aus pecuniären Rücksichten veranlasst, die salzsauren Dämpfe anderweitig zu verwerthen.

Dass das salzsaure Gas auf die Vegetation den nachtheiligsten Einfluss ausübt, ist ausser Frage gestellt. Die erwähnte Belgische Commission nahm an, dass noch in einer Entfernung von 2000 Meter von der Fabrik die Wirkung auf die

Vegetation bemerkbar wird, obgleich die Lage der Fabrik, Witterung und Windrichtung diese Ausdehnung sehr modificiren. Je mehr die Luft Wasserdampf enthält, desto rascher werden auch die sauren Gase condensirt und auf die Erde niedergeschlagen, was man besonders beim Thau bemerkt. Erfolgt die Einwirkung intensiv, so vertrocknen die Blätter der Bäume, werden schwarzgrau und rollen sich ein; bei allmähliger Einwirkung fallen sie meistens ab. Die Rinde verdickt sich, haftet fester am Stamme und wirkt dadurch störend auf die Säftecirculation. Die Bänder des Blattgrüns treten im Spectrum nur modificirt auf, werden also nicht wie durch Chlor gänzlich zerstört. Unter den Bäumen sind die Weissbuche und Obstbäume am meisten, die Eiche, Erle und Birke am wenigsten für die Einwirkung empfänglich.

Die Getreidepflanzen leiden während der Blüthezeit am meisten; sie gedeihen zwar im Halm, liefern aber zur Erntezeit keine Körner. Unter den Nutzpflanzen sind es die Bohnen, Felderbsen und der Flachs, welche mehr oder weniger gefleckt, schwarz und trocken erscheinen, während die Kartoffelpflanzen den kräftigsten Widerstand leisten. Die Blätter von Crataegus und wildem Wein können noch in einer Entfernung von 1000 Metern afficirt werden. Auch der Weinstock zeigt sich gegen das Gas empfindlich.[9]) Alle Wasserpflanzen sollen ganz besonders gegen saure Dämpfe reagiren. Je constanter die Windströmung nach einer bestimmten Richtung hin ist, desto auffälliger wird sich selbstverständlich die Wirkung auf die betreffende Vegetation zeigen.

Brom. Br.

Brom wurde zuerst von *Balard* in der Mutterlauge des Meerwassers, alsdann von *Liebig* in der Kreutznacher Mutterlauge aufgefunden. Es kommt überhaupt in Salzablagerungen, Salzsoolen und kochsalzhaltigen Mineralquellen an Magnesium und Natrium gebunden und niemals frei vor. Auch in den Pflanzen und Thieren des Meeres, in der Steinkohle, in der Braunkohle und in den mexicanischen, hauptsächlich aus Chlorsilber bestehenden Silbererzen findet es sich. Sein Name rührt von βρῶμος (Gestank) her.

Es wird dargestellt wie Chlor, indem man Bromnatrium mit Braunstein und Schwefelsäure erwärmt. Für die Darstellung im Grossen benutzt man die Mutterlauge der Salinen, die Asche gewisser Meerespflanzen, namentlich Fucus-Arten, wobei wie beim Chlor auf die Dichtheit der Apparate vorzugsweise zu achten ist.

Brom zeichnet sich dadurch aus, dass es als das einzige nicht metallische Element bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; je nach den dünnern oder dickern Schichten erscheint es dunkelroth bis dunkelbraunroth und hat ein spec. Gew. von 2,97. Sein Geruch ist chlorähnlich, sein Geschmack sehr scharf und herb. Bei — 24,5 °C. wird Brom fest und geht in eine blättrige, stahlblaue, metallglänzende, dem Jod ähnliche Masse über. Bei + 63° siedet und verflüchtigt es sich zu gelbrothen Dämpfen, welche fünfmal schwerer als atmosphärische Luft sind. In 30 Theilen Wasser ist es löslich; die rothe Flüssigkeit heisst Bromwasser. Alkohol, Aether und Schwefelkohlenstoff lösen es leichter auf. Bromhydrat ($Br_2 + 10H_2O$) entsteht, wenn Brom mit Wasser von etwa 0° in Berührung kommt. Auf gleiche Weise bildet sich Chlorhydrat. Mit Chlor hat Brom in seinem chemischen Verhalten überhaupt die grösste Aehnlichkeit, namentlich ist seine grosse Verwandtschaft mit dem Wasserstoff fast ebenso gross, da es gerade wie Chlor Wasserstoffverbindungen zersetzt.

Mit einigen einfachen Körpern, mit Arsen, Antimon und Phosphor verbindet es sich unter Feuererscheinung. Mit ätherischen Oelen, mit Haaren, Holzspänen, Federn, zusammengepresster Baumwolle, Sägemehl in Berührung gebracht, können Bromdämpfe ebenfalls ein Entflammen bewirken. Dieser Umstand ist beim Transport von Brom wohl zu beachten und ist es deshalb erforderlich, die dickwandigen Gläser, welche Brom enthalten, mit Infusorienerde zu verpacken.

Das Brom wirkt zwar wie Chlor bleichend und auch desinficirend, die reizende Wirkung der Bromdämpfe und der höchst widerliche Geruch der neugebildeten Substanzen beim Desinfectionsverfahren empfehlen jedoch Brom als Desinfectionsmittel nicht.

In der Photographie, in chemischen Laboratorien und Anilinfarbenfabriken wird es vielfach benutzt. Die Verwendung von Bromaethyl und Bromamyl in letztern ist jedoch sehr beschränkt worden. In der Industrie sind die Bromdämpfe in sanitärer Beziehung am wichtigsten.

Einwirkung von Brom auf den thierischen Organismus. 1) Ein kleines Kaninchen sitzt im Holzkasten.*) $^1/_4$ CC. Brom kommt zur Verdunstung. Häufiges Schliessen der Augen und unregelmässige Respiration. Nach 5 M. Zusatz von $^1/_4$ CC. Ruhiges Sitzen mit geschlossenen Augen. Kurzer Husten, 11 unregelmässige Inspirationen binnen $^1/_4$ M.: nach 9 M. Putzen der Schnauze und Unruhe. Nach 15 M. kurze Unruhe, dann Stillsitzen mit zurückgezogenem Kopfe bei 7 unregelmässigen Inspir. Nach 22 M. $^1/_2$ CC Brom. Nach 42 M. leichtes Schwanken beim Sitzen mit stark zurückgezogenem Kopfe: nach 34 M. Nasswerden der Nase: 5 sehr angestrengte Inspir.: die Barthaare an der Spitze versengt: Augen geschlossen. Nach 46 M. 1 CC. Brom. Nach 49 M. starke Dyspnoe und Zittern der Vorderbeine. Nach 60 M. Herausnahme des Thieres. Cornea leicht getrübt: Schleimrasseln in den Bronchien, Herzschlag nicht beschleunigt. Am zweiten Tage Schleimrasseln und Rhonch. sonorus. 9 tiefe Inspir. binnen $^1/_4$ M. Auf der linken Cornea noch eine erbsengrosse weisse Trübung Häufiges Putzen der Schnauze. Am 3., 4., 5. und 6. Tage ruhiges Verhalten, geringe Fresslust und Schleimrasseln bei ziemlich freier Respiration. Am 7. Tage frisst es lebhaft. am 8. Tage 20 mehr angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M., Schleimrasseln geringer. Die Cornea ist wieder hell. Gegen Abend schreit es heftig und anhaltend. Am folgenden Morgen wird es todt in starker Gliederstarre gefunden. Section sofort. Schädelhöhle: Die Kopfknochen blutig infiltrirt. Dura mater mässig. Pia mater aber sehr hyperämisch, so dass die ganze Oberfläche des Gehirns rosaroth erscheint. An der hintern untern Fläche der beiden Hemisphären geronnenes Blut auf einer kleinen Fläche von 3 Linien Durchmesser. An der Oberfläche des Kleinhirns und in der Umgebung der Medull. oblong. dieselbe Hyperämie. Plex. venos. spin. mässig angefüllt. Die Wirbelknochen selbst sind blutreich. Brusthöhle: Linke Lunge rosaroth mit einzelnen rothbraunen Marmorirungen; letztere walteten bei der rechten Lunge vor. Der rechte untere Lappen ganz dunkelbraun mit einzelnen hellen, erweiterten Lungenbläschen: an der untern Fläche schwarze Ekchymosen im Umfange einer Erbse und kleinen Bohne. Die Farbe des Parenchyms entsprach der äussern Färbung. An den dunkelbraunen Stellen fehlte das Knistern beim Durchschneiden. Aus den Schnittflächen floss dunkelviolettrothes Blut aus, welches an der Luft hellkirschroth wurde. Trachea von aussen blauroth: ihre Schleimhaut intensiv roth gefärbt und bis zu den feinsten Bronchien hin mit einer Schleimlage bedeckt. Die ganze rechte Herzhälfte und der linke Vorhof mit geronnenem Blute angefüllt. Nur wenig flüssiges Blut zeigte sich im Allgemeinen. Unterleibshöhle: Leber von normaler Farbe und wenig blutreich. Magen mit Futter angefüllt: seine Schleimhaut normal. Milz blassroth. Harnblase mit blassgelbem Urin angefüllt.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt in der Glasglocke. 60 Tropfen Brom werden aus einem kleinen Glasballon allmählig in Dampfform eingetrieben. Beim Auftreten der Dämpfe in der Glasglocke sogleich Unruhe. Schliessen der Augen, Husten, Zurückziehen des Kopfes. Nach 4 M. Schwanken. Bauchlage. Opalisirung der Hornhaut Die Barthaare erscheinen versengt. Nach 5 M. erscheint die Atmosphäre der Glocke gelb. Nach 7 M. 8 unregelmässige Inspir. binnen $^1/_4$ M. Alle weissen Haare werden gelbbraun, nach 10 M. die Barthaare fast ganz aufgelöst. Ruhiges Verhalten. Nach 12 M. Haare wie verfilzt. Nach 14 M. Einblasen, nachdem die Atmosphäre wieder klar geworden. Das linke Auge mit Eiter angefüllt. Husten. 8 Inspir.: nach 16 M. beschwerliche Respiration mit Aufblasen der Backen. Nach 25 M. ist der ganze Körper in Unruhe, während sich das Maul bei jeder Inspiration weit öffnet: 8 Inspir. binnen $^1/_4$ M. Herausnahme des Thieres nach 26 M.: es bleibt ruhig sitzen. Die angestrengte Respiration bleibt: bei jeder Inspiration wird ein weisser Dampf (Bromwasserstoff?) ausgestossen. Die Zahl der Inspirationen vermindert sich immer mehr und Abends 10 Uhr (6 Stunden nach dem Experiment) ist es dem Tode nahe. Am andern Morgen wird es in Starre gefunden.

Section nach 24 Stunden. Beide Augen mit Eiter verklebt und die Hornhaut opalisirt. Schädelhöhle: Kopfknochen blutig infiltrirt. Dura mater wenig. Pia mater sehr stark hyperämisch. Am hintern untern Rande der beiden Hemisphären zwei geronnene, 2 und 3 Linien lange und 1 Linie breite und dicke Blutklümpchen. In der Umgebung der Medull. oblong. eine ganz dünne und durchsichtige Blutschicht. Plex. ven. spin. mit geronnenem und flüssigem Blute angefüllt. Brusthöhle: Vom Larynx

*) Der Holzkasten ist viereckig, an zwei Seiten mit Scheiben und in der Decke mit mehreren, mittels Pfropfen zu verschliessenden Oeffnungen versehen. Eine runde Oeffnung in einer der hölzernen Wände dient zum Einlassen der Thiere und wird mit einer Kapsel verschlossen. Sein cubischer Inhalt beträgt 37050 C.-Ctm.

bis zu den feinsten Bronchien eine zarte croupöse Schicht und im Larynx noch etwas eitrige Flüssigkeit. Die Schleimhaut selbst stark geröthet und sammetartig geschwollen. Die Lungen überall schwärzlich roth, nur an der vordern Oberfläche und an den untern Rändern mit flachen, erbsen- bis bohnengrossen, erweiterten Lungenbläschen von hellrother Farbe besetzt. An der Luft röthet sich die Lunge zur dunkeln Kirschröthe; sie ist überall sehr blutreich und wenig knisternd beim Durchschneiden. Aus den dunkeln, fast schwarzrothen Schnittflächen fliesst dunkles Blut und aus den feinsten Bronchialästchen viel gelblicher Schaum aus. Unterleibshöhle: Leber blassbraun, mässig blutreich. Die Leberzellen arm an Fett; Galle hellgrün. Milz blassroth. Die Schleimhaut des Magens normal; Nieren normal; Harnblase mit gelbem Urin angefüllt, in dem Brom deutlich nachgewiesen werden konnte: Stärkemehl wurde mit Wasser gekocht und mit Urin vermischt, beim Zusatz von einigen Tropfen Chlorwasser bildete sich ein orangerother Niederschlag.

Die Wirkung der Bromdämpfe stimmt in den Hauptpuncten mit der der Chlordämpfe überein. Die Reizung der Conjunctiva, die Opalisirung der Hornhaut, die vermehrte Absonderung auf der Nasenschleimhaut und der Hustenreiz finden sich auch bei den Bromdämpfen wieder. Dagegen ist die Reizung der Respirationswege dadurch charakteristisch, dass sie schon nach 6 Stunden eine exquisite croupöse Bronchitis zur Folge haben kann, und zwar war dies beim zweiten Versuche der Fall, nachdem 60 Tropfen Brom binnen 26 Minuten in einem engen Raume zur Verdampfung gekommen waren. Beim ersten Versuche erfolgte der Tod erst nach 8 Tagen, nachdem die Verdunstung von 2 C.-C. Brom in einem grössern Raume stattgefunden hatte.

Am Sectionsbefunde fiel die geröthete und mit einem croupösen Exsudate bedeckte und sammetartig geschwollene Schleimhaut der Luftröhre auf. In Folge der dem Tode vorausgehenden Dyspnœ zeigten sich einzelne Lungenbläschen emphysematös erweitert, während das Lungenparenchym sehr hyperämisch war und an mehreren Stellen beim Durchschneiden kein Knistern wahrnehmen liess. Das Blut war dunkel gefärbt, von theils dickflüssiger, theils geronnener Beschaffenheit.

Beim Menschen kann durch intensive Einwirkung der Bromdämpfe plötzlich Bewusstlosigkeit und Hinstürzen erfolgen und zwar ganz in derselben Weise, wie man dies auch bei Chlordämpfen beobachtet.[1]) Es sind solche Vorkommnisse zu den Unglücksfällen zu rechnen, da Jeder sich den heftig zum Husten reizenden Bromdämpfen so bald als möglich entziehen kann. Bei der Darstellung von Bromeisen wird durch den unvorsichtigen Zusatz von Brom zu Eisenfeilspänen eine sehr bedeutende Menge Wärme frei, welche eine plötzliche und sehr starke Entwicklung von Bromdämpfen veranlasst und Unglücksfälle der oben erwähnten Art herbeiführen kann. Um diese zu verhüten, muss nämlich Brom mittels einer Pipette nur tropfenweise den im Wasser suspendirten Eisenfeilspänen zugefügt werden.

Die Inhalation von Wasserdämpfen ist in solchen Unfällen von guter Wirkung; während des bewusstlosen Zustandes sind sie mittels einer Compressionspumpe und eines Kautschukrohrs einzutreiben; ist das Bewusstsein zurückgekehrt, so muss die Inhalation noch consequent fortgesetzt werden, bis die schlimmsten Symptome beseitigt sind. — Auf die Vegetation wirkt Brom ebenso schädlich wie Chlor ein.

Bei äusserer Einwirkung des Broms entstehen Verletzungen der Haut wie nach Verbrennungen. Solche Zufälle können leicht in Bromfabriken entstehen, wenn unglücklicherweise ein Gefäss zerbricht. Waschungen mit einer schwachen Kalilauge sind hier am Platze, um die weitere Einwirkung des freien Broms zu verhüten[2]).

Bromwasserstoff. HBr.

Bromwasserstoff ist in jüngster Zeit in den vulcanischen Eruptionen des Vesuvs und Aetnas nachgewiesen worden.

Man stellt es aus Phosphorbromid dar. Um Phosphor und Brom nicht direct zusammenzubringen, weil sonst heftige Explosionen entstehen würden, nimmt man eine doppelt gebogene Glasröhre, in welche man bei *a* (Fig. 2.) etwas Brom, bei *b* einige Stückchen Phosphor einschüttet und den Schenkel *cd* mit Glassplittern, die mit Wasser befeuchtet sind, anfüllt.

Fig. 2.

Bei vorsichtiger Erwärmung von Brom verbinden sich seine Dämpfe mit Phosphor zu Phosphorbromid, welches unter Wasserzersetzung phosphorige Säure und Bromwasserstoff bildet. Letzteres entweicht durch die Gasleitungsröhre *e*.

$$PBr_3 + 3H_2O = 3HBr + PH_3O_3$$

Der Bromwasserstoff ist ein coercibles, farbloses, an der Luft dicke weisse Nebel verbreitendes und dem Chlorwasserstoff sehr ähnliches Gas von stechendem Geruch. Chlor scheidet von ihm Brom ab und bildet mit dem Wasserstoff Chlorwasserstoff. Bromwasserstoff ist in Wasser sehr leicht löslich: die Lösung ist der wässrigen Salzsäure sehr ähnlich, raucht an der Luft, schmeckt und reagirt sauer. Beim Erwärmen gibt sie Bromwasserstoff ab und siedet bei 126°. An der Luft wird diese Säure roth, weil ein Theil davon durch den atmosphärischen Sauerstoff in freies Brom und Wasser zerlegt wird.

$$2HBr + O = H_2O + 2Br.$$

Einwirkung von Bromwasserstoff auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt unter der Glasglocke und hat 8 Inspirationen binnen $^1/_4$ M. Sobald der aus Phosphor und Brom bei Gegenwart von Wasser entwickelte Bromwasserstoff eintritt, entsteht Unruhe, Blinzeln und Kothentleerung; alsdann ruhiges Stehen. Nach 2 M. wird der Schnabel feucht. Nach 4 M. wieder Unruhe und Schwanken. Nach 10 M. bei neuer Zufuhr Blinzeln und Schütteln mit dem Kopfe: alsdann Schwanken, Niederfallen und Wiederaufstehen: 11 angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M. Nach 15 M. neue Zufuhr und bald darauf heftiges Schlagen mit den Flügeln. Nach 18. M. ruhiges Sitzen. Nach 20 M. Herausnahme der Taube. Sie geht sogleich ohne Schwanken einher. Nach 6 M. noch 11 Inspir. bei gesteigerter Herzthätigkeit. Das Auge ist klar, die Pupille unverändert geblieben. Die Inspiration regulirt sich allmählig, so dass nach 1 Stunde wieder 8 Inspirationen binnen $^1/_4$ M. vorhanden sind. Krankheitserscheinungen folgten nicht.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass die Inhalation der Bromwasserstoffsäure eine schwache Betäubung, Taumel, Dyspnœ und eine vermehrte Frequenz der Herzschläge erzeugt. Man hat somit eine schwache Bromwirkung vor sich, welche dadurch erklärlich ist, dass sich Bromwasserstoff in Berührung mit thierischen Gebilden insofern gleich den Bromalkalimetallen verhält, als Brom austritt, welches sich mit den erstern verbindet; beim Freiwerden des Wasserstoffs entsteht nur Wasser, während sich bei den Bromalkalimetallen noch kohlensaure Alkalien bilden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass grössere Mengen dieser Verbindung gefährlichere Erscheinungen hervorrufen, namentlich wenn man die Versuche mit der flüssigen Säure damit vergleicht; die Schwierigkeit, ein hinreichendes Quantum des Gases darzustellen, verhinderte die Wiederholung der Versuche.

Bei der subcutanen Injection von Bromwasserstoffsäure beobachtete Steinauer an Kaltblütern nach einer Gabe von 0,06—0,3 Grm. Seltnerwerden der Respiration und der Herzschläge, sowie Störungen der Motilität; die electrische Reizbarkeit der Nerven und Muskeln blieb noch lange nach dem Tode erhalten. Gaben über 0,5 Grm. wirkten bei Kaninchen tödtlich. Zuerst sank die Pulsfrequenz bei geringem Ansteigen der Respiration; nach ruhigem Verhalten trat dann Taumel, Unbeweglichkeit, unregelmässige und beschleunigte Herzaction nebst Sinken der Respirationsfrequenz ein. Bei diastolischem Herzstillstande erfolgte der Tod.[3])

Hiernach treten auch bei der subcutanen Application der Bromwasserstoffsäure fast dieselben Erscheinungen wie bei der Inhalation des Gases auf; nur zeigen sie sich intensiver. Die Hauptwirkung wird aber nach der obigen Auffassung nur dem Brom zufallen, wobei die Beobachtung nicht uninteressant ist, dass sich in dieser Verbindung gerade die Einwirkung von Brom auf das Gehirn durch den Eintritt von Schwindel und Taumel schneller bemerkbar macht, als wenn bloss Bromdämpfe einwirken.

Chlorbrom. BCl.

Chlorbrom bildet sich, wenn man Chlor über überschüssiges Brom leitet; es entsteht eine rothgelbe, flüchtige Flüssigkeit von durchdringendem Geruche, welche röthlichgelbe Dämpfe ausstösst; sie löst sich in Wasser auf und wirkt bleichend. Mit Alkalien zusammengebracht, gibt Chlorbrom ein bromsaures Salz und die entsprechende Chlorverbindung.

Wirkung von Chlorbrom auf den thierischen Organismus. Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt unter der Glasglocke. Beim Eintritt der Dämpfe in die Glocke Unruhe, Putzen der Schnauze, Husten. Nach 2 M. schrumpfen die Barthaare zusammen, der Athem stockt und die Augen schliessen sich. Nach 3 M. aufrechte Stellung mit zurückgezogenem Kopfe. Ohren gelb gerändert. Nach 9 M. schwellen die Augenlieder an; ein weisser dicker Schleim zwischen denselben. Ausathmen von weissen Dämpfen. Die Atmosphäre der Glocke hat einen röthlichen Schimmer. Putzen der Nase, Unruhe und dann wieder ruhiges Sitzen. Nach 19 M. ist das ganze Fell gelb. Angestrengtes Athmen mit geöffnetem Munde; 9 Inspir. binnen $^1/_4$ M. Die Atmosphäre der Glocke ist gelblichbraun. Nach 20 M. Herausnahme. Cornea auf beiden Seiten opalisirt. Das Thier bleibt anfangs ruhig sitzen; nach 8 M. läuft es umher, stösst aber wegen Blindheit gegen alle Gegenstände und verfällt kurz darauf in die heftigsten Convulsionen. Nach 9 M. noch einige krampfhafte Inspirationen mit Schleimrasseln und nach 11 M. Tod. Aus Maul und Nase stürzt weisser Schaum, welcher Lackmuspapier sehr stark röthet. Section nach 24 Stunden. Schädelhöhle: Pia mater überall sehr hyperämisch. Auf den Çorp. quadrig. 2 geronnene Blutklümpchen, welche 3 Linien lang und 1 Linie dick sind. Plex. venos. spin. mässig angefüllt. Auf der Dura mater eine ganz dünne, flüssige Blutschicht. Brusthöhle: Lungen sehr ausgedehnt und von blassrother Farbe mit zarten braunrothen Marmorirungen; überall auf der Oberfläche erweiterte Lungenbläschen. Auf den Schnittflächen blassgelber Schaum und etwas flüssiges Blut. Der Schaum füllte sowohl die feinsten Bronchien als auch die ganze Luftröhre bis zum Kehlkopf aus. Schleimhaut sehr intensiv geröthet und sammetartig geschwollen bis zum Kehlkopf hin. Bei der chemischen Untersuchung der Lunge konnte Brom deutlich nachgewiesen werden. Die rechte Herzhälfte und der linke Vorhof sind ganz mit geronnenem Blute angefüllt. Unterleibshöhle: Leber braunroth und blutreich. Das Blut ist flüssig; Galle dunkelgrün. Auch in der Leber konnte Brom chemisch nachgewiesen werden. Milz und Nieren normal. Auf den dünnen Gedärmen die gewöhnliche Gefässinjection; in den grössern Venen geronnenes und flüssiges Blut; das flüssige Blut waltete aber vor, hatte eine braunrothe Farbe und wurde an der Luft kirschroth. Viele Blutkügelchen gekerbt und ungleich.

Bei der Entwicklung der Dämpfe von Chlorbrom macht sich die reizende Wirkung von Chlor und Brom gleichzeitig geltend. Die Wirkung von Brom äussert sich schon durch das Zusammenschrumpfen der Barthaare der Thiere und die Entzündung der Augenlieder, während die Opalisirung der Hornhaut der gleichzeitigen Einwirkung von Chlor und Brom angehört. Die Anfüllung der Bronchien mit Schaum war eine Folge der höchst irritirenden Wirkung dieser Verbindung. Man kann sicher annehmen, dass der Tod durch Erstickung erfolgte.

Man benutzt Chlorbrom in der Photographie, sowohl zum Niederschlagen der Silbersalze (Negativ-Bilder), als auch zum Fixiren der Positiv-Bilder; Silbernitratlösung erzeugt nämlich damit eine gelblichweisse Fällung von Silberbromid, welches sich vom Chlorsilber nur durch seine weit geringere Löslichkeit in Ammoniak unterscheidet.[1])

Jod. J.

Jod wurde durch *Courtois* im Jahre 1811 entdeckt; seitdem hat man es als einen sehr verbreiteten Körper kennen gelernt. Die *Chatin*'schen Angaben über sein freies Vorkommen in der Luft und im Regenwasser haben sich jedoch nicht bestätigt. Meistens findet es sich an Metalle gebunden in Begleitung von Chlor und Brom. Auch in vielen Mineralien, im Gichtstaub der Hohöfen, in der Ackererde, im Torf, im Höhenrauch, in vielen Seethieren, in Süsswasserthieren, Süsswasserpflanzen, ja sogar in der Milch und in Eiern hat man es nachgewiesen.

Bei der Bearbeitung der Asche vieler Strandpflanzen, insbesondere der Fucus-Arten, Tange und Algen (in Frankreich und Spanien Varec, in Schottland Kelp genannt) auf Soda bleiben Mutterlaugen zurück, welche neben Bromnatrium Jodnatrium enthalten. Man unterwirft die Laugen unter Zusatz von Braunstein und Salzsäure der Destillation, wobei die Joddämpfe in Glasballons aufgefangen werden. Das Product wird durch Sublimation gereinigt. Die grössten Fabriken dieser Art finden sich in Cherbourg, Brest, Glasgow und in der irischen Grafschaft Donegal.

Auch die Mutterlaugen der Kalisalpeterfabriken, welche Chilisalpeter verwenden, sind sehr jodhaltig und können zur Gewinnung von Jod verarbeitet werden.

Jod bildet schwärzlich-stahlblaue, graphitblättrige Krystalle, welche metallisch glänzen, sich aber bei jeder Temperatur verflüchtigen. Bei 180° destillirt es und entwickelt intensiv violette (ἰώδης) Dämpfe, welche unter allen gas- und dampfförmigen Körpern die schwersten sind, da ihr spec. Gew. 8,65 beträgt. Sein Schmelzpunct liegt bei 107°. Jod hat einen eigenthümlichen, safranähnlichen Geruch. Im Allgemeinen zerlegt es die organischen Körper nicht so leicht wie Brom und Chlor. Es ist in 7000 Th. Wasser löslich; Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff und die löslichen Jodalkalien sind dagegen gute Lösungsmittel.

Stärkekleister ist das empfindlichste Reagens auf Jod. Jodkaliumhaltiger Stärkekleister wird durch Ozon unter Abscheidung von Jod gebläut, worauf das Princip der bisherigen Ozonometer beruht. Auch Brom und Chlor scheiden Jod aus ihren Metallverbindungen aus. Mit Phosphor, Schwefel und den Metallen verbindet es sich direct.

Einwirkung von Jod auf den thierischen Organismus. 1) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten, welcher in der Sonne steht*). 36 Ctgrm. Jod werden in einer Schüssel aufgestellt. Bei 36° C. füllt sich alsbald der Kasten mit blauvioletten Dämpfen. Hierauf die grösste Unruhe, Aufspringen, starkes Speicheln und Röthung der Nase. Der Speichel fliesst in langen Fäden aus. Heftiges, jämmerliches Schreien bei unzählbarer Respiration und heftigem Herzklopfen. Indem das Kaninchen herumspringt und sich auf die Hinterbeine erhebt, fällt es beständig auf die Seite und rücklings. Nachdem kaum 20 Ctgrm. innerhalb 10 M. verdunstet sind, wird das Jod herausgenommen und der Kasten aus der Sonne gestellt. Das Kaninchen bleibt noch 6 Stunden lang im Kasten, verhält sich ruhig und athmet noch mit Anstrengung. Zuletzt 15 Inspir. binnen $^1/_4$ M. Nach der Herausnahme ruhiges Verhalten. Die weissen Haare sind gelb gefärbt; die obere Hälfte beider Hornhäute ist opalisirt. Das Thier verräth grossen Durst. Rhonchus sonorus in der ganzen Brust und vermehrtes Herzklopfen. Am folgenden Tage schält sich das Epithelium der Hornhaut ab. 10 angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M. Am 3. Tage wird es todt gefunden. Auf der linken Hornhaut noch eine geringe Trübung. — Section nach 24 Stunden. Schädelhöhle: Dura mater mässig, Pia mater sehr stark injicirt, namentlich an der Basis des Gehirns; hier finden sich in der Nähe des hintern Randes der beiden Hemisphären zwei erbsengrosse, geronnene Blutklümpchen. Plex. venos. spin. mit geronnenem Blute angefüllt. Brusthöhle: Die rechte Lunge braunroth und mit hellziegelrothen, erbsengrossen Erweiterungen der Lungenbläschen besetzt. Der linke obere Lappen ist leberbraun, fest und sinkt im Wasser unter; die übrige Partie dieser Lunge ist blauroth. Auf den Durchschnittsflächen wenig Blut und blutiger Schaum; letzterer findet sich auch in den Bronchien. Die Schleimhaut der Luftröhre etwas geschwollen, stark geröthet und an einzelnen Stellen des Epitheliums beraubt. An andern Stellen war es abgelöst und liess sich in kleinen Streifen abziehen. Das ganze Herz mit geronnenem Blut angefüllt, ebenso die grössern Blutgefässe. Es floss nirgends flüssiges Blut aus. Unterleibshöhle: Leber von normaler brauner Farbe, enthält etwas dickflüssiges Blut; Milz blassroth; Nieren blutreich.

---

*) Auf einer blechernen, flachen und mit einem Rande umgebenen Schüssel sitzt das Kaninchen, worüber der Glaskasten gestülpt und mittels Sand luftdicht verschlossen wird. Im obern, dachförmig construirten Raume befinden sich Oeffnungen, welche mit Pfropfen versehen sind und eventuell zur Zuleitung der Gase und Dämpfe benutzt werden. Der cubische Inhalt beträgt circa 72000 C.-Ctm.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt im grossen Kasten. 24 Ctgrm. Jod kommen zur Verdunstung, während die Sonne auf den Kasten scheint. Nach 5 M. Ausfluss von klaren Schleimtropfen aus dem Maule. Violette Dämpfe sind sichtbar. Blinzeln mit den Augen. Nach 15 M. ist weiter keine Erscheinung als starkes Speicheln eingetreten. Zusatz von 24 Ctgrm. Jod. Nach 30 M. Putzen der Nase; es liegt abwechselnd auf dem Bauche und stellt sich auf die Hinterfüsse. Schliessen der Augen. Nach 40 M. geringes Schwanken beim Aufstehen; alsdann wieder Bauchlage mit gespreizten Vorderbeinen. Nach 45 M. 12 Inspir. binnen $1/4$ M. Sitzen mit zurückgezogenem Kopfe; es erscheint wie betäubt und schreckt oft wie aus dem Schlafe auf. Nach 50 M. momentanes Schwanken und Anlehnen an die Wand des Kastens. Nach 75 M. angelehntes Sitzen mit zurückgezogenem Kopfe; Putzen der Schnauze; Aufhusten. Nach 2 Stunden 8 angestrengte Inspir. binnen $1/4$ M. Dann Herausnahme. Starkes Herzklopfen; Hornhaut opalisirt mit geringer Schleimabsonderung in den Augenwinkeln. Am folgenden Tage freie Bewegung. Am dritten Tage normales Verhalten.

3) Dasselbe Kaninchen wurde einige Tage nachher in die Glasglocke gebracht, in welche die violetten Dämpfe von Jod eingeblasen wurden, nachdem letzteres ausserhalb derselben durch Wasser erwärmt worden war. Das Thier wird sogleich unruhig und erhebt sich auf die Hinterbeine. Die weissen Haare werden gelb. Nach 2 M. Putzen der Schnauze, momentanes Schliessen der Augen. Nach 6 M. Zurückziehen des Kopfes. Nach 13 M. bei wiederholter Einleitung der Dämpfe vermehrte Unruhe, Putzen der Schnauze, Nasswerden der Nasenschleimhaut und Trübwerden der Augen. Nach 15 M. Schwanken, Husten, Anlehnen an die Wand des Kastens. Nur 5 Inspir. binnen $1/4$ M. in aufrechter Stellung. Nach 23 M. Zufuhr der Dämpfe, worauf jedesmal stärkeres Putzen der Schnauze folgt. Dann wieder aufrechte Stellung mit zurückgezogenem Kopfe und bei häufigem Husten. Nach 30 M. Hornhaut opalisirt; Thränen der Augen; alle weissen Haare sind gelb gefärbt. Alsdann Herausnahme des Kaninchens. Es bewegt sich sogleich und sucht dunkle Ecken auf; Respiration bleibt verlangsamt. Am folgenden Tage freiere Bewegung und wiederum 20 Inspir. binnen $1/4$ M.; wenig Eiter in den Augenwinkeln und die Hornhaut nur noch schwach opalisirt. An den folgenden Tagen bemerkt man nichts Besonderes an demselben.

In der Industrie sind es nur die Joddämpfe, welche nachtheilig auf die Gesundheit der Arbeiter einwirken können. Aus den vorhergehenden Experimenten geht zunächst die höchst irritirende Wirkung des Joddampfes hervor. Alle Schleimhäute, mit denen ein solcher Dampf in Contact kommt, werden im höchsten Grade gereizt, weshalb starkes Speicheln, Blinzeln mit den Augen, Putzen der Nase und Husten die vorherrschenden Symptome bei den Thieren sind. Die Hornhaut wird opalisirt, ihr Epithelium schält sich ab oder die Bindehaut entzündet sich unter Absonderung einer schleimigen Flüssigkeit. Bei der weitern Einwirkung befällt (in ähnlicher Weise wie bei Bromdämpfen) Taumel und Schwindel die Thiere; sie vermögen sich nicht mehr auf den Beinen zu halten, die Herzaction ist vermehrt, die Respiration beschleunigt sich oder wird sehr beschwerlich, regulirt sich aber bald wieder, wenn die Thiere an die freie Luft gebracht werden, während bei ihrem längern Verweilen in einer jodhaltigen Atmosphäre schliesslich der Tod in Folge von Entzündung der Respirationsorgane eintritt. In letzterm Falle erfolgte der Tod erst am 3. Tage, nachdem nur 20 Ctgr. Jod zur Verdunstung gekommen waren, das Thier aber noch 6 Stunden lang in der jodhaltigen Atmosphäre verweilt hatte (Erster Versuch). Ein anderes Kaninchen konnte 2 Stunden lang ohne bleibenden Schaden in einem Kasten verweilen, in welchem 48 Ctgr. Jod zur Verdunstung kamen (Zweiter Versuch). Ein drittes Kaninchen verweilte eine halbe Stunde lang ohne Nachtheil in der Glasglocke, deren Atmosphäre durch Joddampf violett gefärbt war. Die Joddämpfe bedürfen somit stets einer längern Zeit, ehe sie ihre Wirkung vollständig entfalten.

Am Sectionsbefunde fiel die geschwollene und geröthete Schleimhaut der Trachea auf, welche an einzelnen Stellen ihres Epithels ganz beraubt war; an andern Stellen liess sich dasselbe in kleinen Streifen abziehen. Der linke

obere Lungenlappen war hepatisirt und die ganze rechte Lunge bot ein ausgeprägtes Emphysem dar. Fast alles Blut war geronnen oder dickflüssig.

Beim Menschen erzeugen Joddämpfe in nicht zu starker Einwirkung zunächst Schwere im Kopfe, Hustenreiz, Ermüdung und bisweilen einen fieberhaften Zustand, welcher einige Tage anhalten kann und mit dem Lockerwerden des Hustens in der Regel nachlässt. Der Husten pflegt aber längere Zeit anzuhalten.[5]) Das Augenthränen, Niessen und Husten nöthigt zum sofortigen Verlassen des Locals, in welchem solche Dämpfe verbreitet sind. Gefährlichere Folgen, wie sie sich aus den Versuchen an Thieren ergeben, sind bei Menschen noch nicht beobachtet worden. Der „Jodschnupfen" scheint sich nach den in französischen Fabriken gemachten Erfahrungen bisweilen auszubilden. Selbst bei Photographen, welche bekanntlich am meisten mit Joddämpfen in Berührung kommen, hat man selten bleibende Nachtheile beobachtet, welche auch bei einiger Vorsicht zu verhüten sind, da sich die Dämpfe in einem geschlossenen Raume entwickeln und die Menge derselben nur gering ist. Nur bei einem Photographen mit cruden Tuberkeln schien die häufige Einwirkung der Joddämpfe nicht ohne Einfluss auf die spätere Entwicklung dieser Krankheit geblieben zu sein. Jedenfalls dürfte denjenigen Autoren nicht beizustimmen sein, welche die Joddämpfe als Desinfectionsmittel empfehlen (s. Jodoform).

Als Gegengift von Quecksilber-, Blei-, Strychnin-, Brucin- und Atropin-Vergiftung wird Jod nebst seinen Präparaten empfohlen.

Alle Pflanzen werden durch freies Jod getödtet, während die Jodalkalien von denselben ohne Nachtheil aufgenommen werden. Die Pflanzen häufen die Jodalkalien während ihres Lebensprocesses an, Thiere scheiden dagegen alle ihnen zugeführten Jodalkalien wieder aus. So sind bekanntlich die Meerstrandgewächse reich an Jodverbindungen; die Thiere des Meeres enthalten nur Spuren von Jod, aber etwas mehr Brom.

Technische Verwendung finden Jod und seine Präparate in der Photographie und in Anilinfarbenfabriken. In letztern sind es besonders Jodaethyl und Jodmethyl, welche früher noch mehr als jetzt, nachdem die Darstellungsweise der Theerfarben einen neuen Umschwung erfahren hat, im Gebrauch waren. Die Photographen bedienen sich auch der Verbindungen des Jods mit Ammonium, Cadmium und Lithium.

Jodwasserstoffsäure. HJ.

Jodwasserstoff wird in ähnlicher Weise dargestellt wie Bromwasserstoff, indem man Phosphorjodid durch Wasser zersetzt,

$$PJ_3 + 3H_2O = PH_3O_3 + 3HJ.$$

Auch gewinnt man ihn durch Erwärmen von Natriumsulfit mit Jod und Wasser. Er ist ein farbloses Gas von 4.44 spec. Gew., raucht an der Luft und wird vom Wasser zu einer rauchenden Flüssigkeit absorbirt. Diese Lösung lässt sich auch in der Weise darstellen, dass man Jod in Wasser vertheilt und Schwefelwasserstoff hineinleitet, bis alles Jod verschwunden ist.

$$H_2S + 2J = 2HJ + S.$$

Bei 127° destillirt dann eine Säure von 1.56 spec. Gewicht über, welche sich an der Luft unter Jodausscheidung zersetzt. Dieselbe erfolgt auch durch Zusatz von Brom und Chlor.

Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt unter der Glasglocke. Gleich beim Eindringen der Dämpfe, welche aus schwefligsaurem Natrium, Jod und Wasser dargestellt wurden, Blinzeln mit den Augen und Putzen derselben bei grosser Unruhe und sehr beschleunigter Respiration. Thränen der Augen

und Ausfluss von Schleim aus den Nasenlöchern. Nach 4 M. angestrengtes Athmen mit jedesmaligem Oeffnen des Schnabels. 9 Inspir. binnen $^1/_4$ M.; nach 6 M. starke Convulsionen, worauf nach einigen krampfhaften Inspirationen mit weitem Oeffnen des Schnabels der Tod erfolgt. Ein dumpfer Herzschlag ist noch ein paar Minuten lang hörbar. Die Hornhaut ist nicht getrübt.

Section nach 24 Stunden. Pia mater stark injicirt. Plex. venos. spin. enthalten nur geronnenes Blut. Ein feiner Blutfaden verläuft über die ganze Dura mater. Brusthöhle: Beide Lungen sind theils hell- und dunkelkirschroth, theils braunroth gefärbt. Auf den Schnittflächen geronnene Blutklümpchen uud blutiger Schleim. Der grösste Theil des Parenchyms ist fest, knistert nicht beim Durchschneiden und sinkt in Wasser. Die ganze Trachealschleimhaut schwach braunroth injicirt. Im Herzen geronnenes und krümliges Blut. In allen grössern Gefässen geronnenes Blut. Unterleibshöhle: Leber schwärzlichbraun, Galle dunkelbraun; sonst die gewöhnliche Injection. Das sparsame flüssige Blut ist dunkelroth und wird an der Luft hellkirschroth. Chemisch konnte Jod in den Lungen nachgewiesen werden.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen wird in die halb mit Dämpfen angefüllte Glocke gebracht. Sogleich die grösste Unruhe und starkes Putzen der Schnauze. Nach 3. M. neue Zufuhr der Dämpfe; 20 angestrengte und unregelmässige Inspir. binnen $^1/_4$ M.; nach 5 M. Schliessen der Augen bei ruhigem Sitzen und 11 Inspirationen. Der Zustand bleibt derselbe; deshalb Herausnahme nach 15 M. Eine weisse schleimige Flüssigkeit füllt die Augen. Praecipitirtes Jod zeigt sich an den Haaren. Häufiges Husten bei Schleimrasseln. Am folgenden Tage ruhiges Verhalten bei häufigem Husten und starkem Schleimrasseln. 7 angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M. Am 3. Tage steigert sich die Dyspnœ. Aengstliches Umherlaufen oder ruhiges Sitzen bei zurückgezogenem Kopfe. Die Respiration wird immer seltner und angestrengter. Tod gegen Mittag.

Section nach 6 Stunden. Pia mater stark injicirt. Ein erbsengrosses Blutcoagulum am hintern untern Rande der beiden Hemisphären. Plex. venos. spin. enthalten nur geronnenes Blut. Auf der Dura mater eine ganz dünne flüssige Blutschicht. Brusthöhle: Vom Larynx bis zu den Bronchien hin ist das Epithelium aufgelockert und gleicht der zarten Schicht eines entzündlichen Exsudats. Unter derselben ist die Schleimhaut geröthet. Die Lungen zinnoberroth mit braunrothen Marmorirungen; der mittlere rechte Lappen leberbraun, fest und auf seinen Schnittflächen geronnenes Blut und röthlicher Schaum. Die untere Fläche der Lunge vorzugsweise von braunrother Farbe; auf der Oberfläche der linken und an den Rändern der rechten Lunge viele ausgedehnte Lungenbläschen. Im rechten Herzen und im linken Vorhof schwarzes geronnenes Blut. Fast gar kein flüssiges Blut scheidet sich aus. An der Luft wird es hellkirschroth. Blutkügelchen normal. Unterleibshöhle: Leber schwärzlichbraun und reich an dickflüssigem Blute. Uebrigens die gewöhnliche Injection auf der Oberfläche der Eingeweide und eine starke Anfüllung der Venen mit geronnenem oder dickflüssigem Blute. In Lunge und Leber konnte Jod chemisch nachgewiesen werden.

Die experimentellen Versuche ergeben eine vollständige Gleichheit in der Wirkung des freien Jods und des Jodwasserstoffs bei der Inhalation, nur mit dem Unterschiede, dass letzterer rascher eine gefährliche Wirkung entfaltet. Die Dämpfe des Jodwasserstoffs erzeugen wie freies Jod eine irritirende Wirkung auf allen Schleimhäuten, weshalb Blinzeln mit den Augen, Augenthränen, vermehrte Nasenabsonderung, Husten und erschwerte Respiration entstehn. Bei energischer Einwirkung sterben Tauben sehr rasch unter Convulsionen und höchst angestrengter Respiration; Kaninchen sterben nachträglich an den Folgen der Lungenentzündung. Zieht man das Verhalten des Jodwasserstoffs gegen Membranen in Betracht, so erklärt sich das gleichartige Verhalten des Jodwasserstoffs und des freien Jods bei der Inhalation, da der Jodwasserstoff seinen Jodgehalt an die thierische Substanz abgiebt und sich damit verbindet, während der Wasserstoff Wasser liefert. Es findet somit hier ganz dasselbe Verhältniss wie beim Bromwasserstoff statt.

Chlorjod. JCl.

Einfach-Chlorjod stellt eine gelbröthliche ölige Flüssigkeit von stechendem Geruch und adstringirendem Geschmack dar, welche sich in Wasser und Weingeist mit

gelber Farbe, in letzterm aber unter Zersetzung auflöst. Um es darzustellen, wird Jod mit 4 Th. chlorsaurem Kalium erwärmt. Unter Entwicklung von Sauerstoff destillirt Chlorjod über. Durch längeres Einleiten von Chlor in diese Verbindung entsteht Dreifach-Chlorjod JCl_3 in pomeranzengelben Krystallen.

Benutzt wird Einfach-Chlorjod in wässriger Lösung in der Photographie und in Anilinfarbenfabriken, namentlich zur Darstellung der grünen Farben.

Einwirkung von Chlorjod auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt unter der Glasglocke. Bei Einleitung des Dampfes, welcher aus Jod und chlorsaurem Kalium dargestellt wurde, entstehen sogleich grosse Unruhe, Blinzeln, Putzen der Augen und Husten. Nach 1 M. starkes Thränen der Augen und Ausfliessen von flüssigem Schleim aus den Nasenlöchern. Nach 3 M. werden die weissen Federn gelb. Nach 5 M. geschwollene Augenlieder. In der Bauchlage sehr angestrengtes Athmen mit Aufsperren des Schnabels. Nach 6 M. heftige Convulsionen. Nach 7 M. 7 tiefe Inspir. mit jedesmaligem weitem Oeffnen des Schnabels. Alsdann Herausnahme der Taube. Sie bleibt auf dem Bauche mit ausgestreckten Füssen liegen. Sehr beschleunigter Herzschlag. Nach 7 M. 6 weniger angestrengte Inspir. binnen $^1/_4$ M.: Cornea opalisirt. Nach 1› M. steht sie aufrecht. Am folgenden Tage 12 Inspir. binnen $^1/_4$ M. mit schwachem Oeffnen des Schnabels. Braune Krusten an den Augenliedern; Cornea trüb weisslich; vorherrschende Bauchlage; Nasenöffnung mit Schleim angefüllt. Heisere Stimme und hartes, rauhes Respiriren, als ob die Luft durch eine metallene Röhre ginge, eine Erscheinung, welche man bekanntlich bei croupkranken Kindern beobachtet. Herzschlag normal. 9 Inspirationen binnen $^1/_4$ M. Am 3. Tage stirbt sie Morgens früh, nachdem sie vorher einigemal krampfhaft inspirirt hatte.

Section nach 20 Stunden. Cornea ganz opalisirt, Augenlieder noch geschwollen und auf der innern Seite mit einer schleimigen, schwach blutigen Flüssigkeit bedeckt. Hirnhäute mässig inficirt. Plex. venos. spin. angefüllt. Beim Oeffnen der Wirbel fliessen einige Tropfen dunkelkirschrothen Bluts aus. Brusthöhle: Lungen kirschroth und in Wasser schwimmend; auf den Schnittflächen etwas geronnenes Blut und feiner Schaum. Die Schleimhaut der ganzen Luftröhre ist mit einer festen croupösen Schicht bedeckt, in welcher man unter dem Mikroskope faseriges Gewebe und Zellen beobachtet. Dieselbe Schicht setzt sich über die Zunge, die Mundhöhle sowie auch die Speiseröhre bis zum Kropfe, welcher leer ist, fort. In der Mundhöhle lässt sich die croupöse Masse in dicken Klümpchen, in der Speiseröhre und in der Trachea die Neubildung als zusammenhängende Haut erkennen. Unter dem croupösen Exsudat war überall die Schleimhaut geschwollen und geröthet. In allen grössern Blutgefässen geronnenes Blut. Ebenso in der rechten Herzhälfte und im linken Vorhof festes geronnenes Blut. Unterleibshöhle: Leber schwärzlichbraunroth und geronnenes Blut enthaltend. Nieren und Milz normal. Auf der Oberfläche der Eingeweide die gewöhnliche Injection. Flüssiges Blut findet sich fast gar nicht vor. An den Stellen des Tellers, wo Lunge und Leber auflagen, bildeten sich hellrothe Blutflecke. Jod liess sich in der Lunge chemisch nachweisen.

Die vereinte Wirkung von Chlor und Jod erzeugte ein Krankheitsbild, welches die grösste Aehnlichkeit mit der häutigen Bräune hatte. Die heisere Stimme, die erschwerte Respiration und das rauhe Athmen sprachen schon während des Lebens für eine Kehlkopfsaffection. Die Section ergab, dass das croupöse Exsudat sich von der Trachea sowohl in die Mundhöhle als auch in die Speiseröhre bis zum Kropfe ausdehnte. Die Auflagerung erwies sich auch bei der mikroskopischen Untersuchung als fibrinöse, während die unter ihr liegende Schleimhaut geschwollen und stark geröthet war. Der Tod war die erklärliche Folge dieses Krankheitszustandes.

Bromjod. BrJ.

Bromjod wurde in der Weise dargestellt, dass 30 Grm. Brom mit 30 Grm. Jod vermischt und der Destillation unterworfen wurden, worauf sich rothbraune Dämpfe entwickelten.

Bromjod findet Verwendung in der Photographie zum Empfindlichmachen der Platten und zum Niederschlagen des Silbers, sowie zum Aetzen der metallischen Photographieplatten.

Einwirkung von Bromjod auf den thierischen Organismus. Ein starkes Kaninchen sitzt unter der Glasglocke. Eine nach Aequivalenten-Mengen bereitete Mischung von Brom

und Jod wurde erwärmt. Beim Eindringen der Dämpfe in die Glocke sogleich Unruhe, Schliessen der Augen, Aufrechtstehen und Zurückziehen des Kopfes. Stockende Respiration. Nach 2 M. starkes Putzen der Schnauze, nach 3 M. 11 ungleiche, bloss an der Nase bemerkbare Inspir. binnen $^1/_4$ M. Hellbraune Glockenluft. Nach 4 M. die Augen mit Schleim angefüllt. Nach 6 M. 12 sehr angestrengte Inspir. mit tiefem Einziehen der Weichen. Hierauf wieder starkes Reiben der Schnauze. Nach 10 M. 14 angestrengte Inspir. mit Aufblasen der Backen. Herausnahme des Thieres. Augen stark verklebt, Cornea auf beiden Seiten opalisirt; ruhiges Verhalten und angestrengte Respiration. Nach 4 M. 17 leichte Inspirationen. Nach 5 M. läuft es umher, stösst aber gegen alle Gegenstände an. Nach 6 M. stürzt es im Laufe hin und verfällt in Tetanus, wobei eine grosse Masse gelblichen Schaums aus dem Maule stürzt. Nach einigen krampfhaften Inspirationen Tod. Der Schaum reagirte stark sauer; ein Beweis, dass sich eine Wasserstoffsäure gebildet hatte.

Section nach 6 Stunden. Leichenstarre noch nicht ausgebildet. Beide Hornhäute trübe. Das rechte Auge ist mit blutiger Flüssigkeit angefüllt; das linke tritt stark hervor. Hirnhäute stark injicirt. Plex. ven. spin. stark angefüllt. Im Verlaufe der Halswirbel ein dünner flüssiger Bluterguss auf der Dura mater. Brusthöhle: Lungen ausgedehnt und mit blassrothen, braun- und schwärzlichbraunrothen Flecken besetzt; erstere bestehen aus erweiterten Lungenbläschen. Den schwärzlichbraunrothen Flecken an der untern Fläche der untern Lungenlappen entsprach ein ähnlich gefärbtes, beim Durchschneiden nicht knisterndes Parenchym. Die Lungen schwimmen im Wasser; auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut und viel gelblicher Schaum, welcher alle Bronchien und die Luftröhre bis zum Kehlkopf hin anfüllt. Die Schleimhaut der Luftröhre bis zum Kehlkopf hin dunkelroth injicirt. In dem die Luftröhre umgebenden Zellgewebe ein dünnes Blutextravasat. Im rechten Herzen dickes geronnenes Blut. In der Brusthöhle hatte sich etwas frischrothes flüssiges Blut angesammelt. Unterleibshöhle: Leber von braunrother Farbe und blutreich; Galle dunkelbraun; Milz bläulichroth; Nieren in der Corticalsubstanz blutreich. Die grössern Venen stark angefüllt. Flüssiges Blut war vorherrschend und hatte eine dunkelkirschrothe Farbe, welche an der Luft etwas heller wurde. Viele Blutkügelchen mit gezacktem Rande. In der Leber und Lunge konnte Jod recht gut, Brom nur in Spuren nachgewiesen werden.

Bromjod erzeugte die heftigste Reizung in den Respirationsorganen. Gerade wie beim Chlorbrom bildete sich ein massenhafter Schaum in den Bronchien, welcher auch noch die Luftröhre bis zum Larynx füllte. Während derselbe mit grosser Macht aus dem Maule des Versuchsthieres stürzte, starb dieses unter tetanischen Krämpfen, so dass auch hier Erstickung den Tod bewirkte. Diese heftige Reizung der Respirationswege wird weder durch Brom, noch durch Jod allein hervorgerufen; ein Beweis, dass dem Bromjod eine eigenthümliche Wirkung zukommt. Für den Erstickungstod spricht der Leichenbefund, besonders der Zustand der Luftwege; die schwärzlichen, nur nadelkopfgrossen Flecke unter dem Lungenfell glichen vollkommen den vielbesprochenen subpleuralen Ekchymosen.

Brom- und Jodindustrie.

Die **Bromindustrie** hat in der neuesten Zeit wegen der grossartigen Verwendung von Brom und seinen Präparaten eine bedeutende Ausdehnung erhalten. Ausser dem Kelp oder Varec waren es besonders die letzten Laugen der Salinen, sowie die Mutterlauge des Nordseewassers auf der Insel Wangeroge, welche schon früher für die Bromdarstellung benutzt worden sind, während seit 1865 auf dem Continent Stassfurt bei Magdeburg die wichtigste Productionsstelle ist.

Das dortige Abraumsalz, welches grösstentheils aus Chlorkalium und Chlormagnesium besteht, enthält nicht unbedeutende Mengen von Brommetallen und zwar hauptsächlich von Brommagnesium und Bromnatrium. Indem das Abraumsalz auf Chlorkalium bearbeitet wird, häuft sich der Bromgehalt in der Mutterlauge an. Man concentrirt die 35° B. starke, durch Erkalten von Chorcalcium möglichst befreite Carnallit-Mutterlauge durch weiteres Eindampfen auf höchstens

40° B. Beim Erkalten bis 25° krystallisirt viel Chlormagnesium ($(MgCl_2 + 6H_2O)$ aus und die zurückbleibende Mutterlauge enthält 0,3—0,5 % Brom als Brommagnesium.

Man behandelt dieselbe wie bei der Chlordarstellung in Trögen von 3 Cbm. Capacität mit falschem Boden, welche aus einem besonderen, den Säuren widerstehenden Stein*) dargestellt werden, mit der entsprechenden Menge Braunstein und Schwefelsäure unter Mithülfe eines am Boden sich verzweigenden Dampfrohrs. Eine Platte von demselben Material mit Mannloch und Oeffnungen zum Eingiessen der Bromlauge und der Säure verschliesst die Tröge. Statt der Dampfspirale kann auch Wasserdampf durch ein Steinzeugrohr eingeführt werden. Alle Fugen werden mit plastischem Thon verschlossen. Häufig werden die Bromlaugen durch eine Dampfspirale vorgewärmt. Jede Füllung beträgt in Stassfurt 4 Centner. — Die alsbald auftretenden rothen Bromdämpfe condensiren sich in Kühlröhren aus Thon und werden in einer vorgeschlagenen Woulff'schen Flasche aufgefangen. Die Verbindung zwischen diesen und dem Kühlrohr wird mittels eines gläsernen Vorstosses vermittelt. Die Flasche ist dreifach tubulirt und mit einem Sicherheitstrichter, sowie mit einem zweckmässigen Glasheber zur Entfernung des Bromwassers versehen. In der Flasche bildet sich nämlich eine untere (Brom) und eine obere Schicht (Bromwasser). Die noch nicht condensirten Dämpfe gehen in einen mit nassen Eisenabfällen gefüllten Topf über, um hier vollständig absorbirt zu werden. Wenn sich gegen Ende der Operation immer mehr Chlor (als grüner Dampf) entwickelt, unterbricht man dieselbe.

Das gewonnene Brom ist stets mit Chlor und mehr oder weniger mit Blei aus dem bleiernen Dampfrohr verunreinigt.

Die Rectification des Broms wird in tubulirten, in einer Sandcapelle lagernden Glasretorten mit gläsernen, von Wasser umspülten Vorlagen unter sorgfältiger Verkittung vorgenommen. Die nicht verdichteten Dämpfe gelangen durch eine mit Natronlauge gefüllte Woulff'sche Flasche und alsdann noch durch einen offenen, mit derselben Flüssigkeit gefüllten Topf. Um es vollständig von Chlor zu reinigen, schüttelt man es mit Bromkalium, damit sich Chlorkalium bildet.

Der Rückstand bei der Rectification stellt eine dicke, dunkle Masse dar, welche organische Bromverbindungen enthält; letztere werden wieder in die Tröge zurückgegeben. Um das Auftreten von Bleiverbindungen zu vermeiden, hat man immer mehr die bleiernen Dampfspiralen zur Erhitzung der Laugen in den Trögen zu beseitigen und durch thönerne zu ersetzen gesucht.

Das flüssige Brom gelangt aus den Vorlagen in Flaschen, welche über dem Boden mit einem Glashahn versehen sind. Man lässt dasselbe durch den Hahn in die Versandtflaschen abfliessen, welche gut eingeriebene Glasstöpsel und eine Tectur aus Harzlack, Thon und Pergamentpapier haben müssen. Sie fassen ungefähr 4—5 Pfund Brom und werden je vier davon in eine mit Kleie oder Sägespänen eingefütterte Kiste mit vier Abtheilungen verpackt. Der Transport auf Eisenbahnen wird nur bedingungsweise zugelassen. Die Gefahr, welche mit dem Versenden des Broms verbunden ist, führt immer mehr dahin, die Darstellung von Bromkalium oder Eisenbromiden mit der von Brom zu verbinden. Man condensirt zu diesem Zweck das Brom in drei Woulff'schen Flaschen, deren

*) Man geht gegenwärtig mit dem Plan um, aus Schiefertafeln die Apparate darzustellen.

erste das flüssige Brom aufnimmt, während die zweite Bromkaliumlauge resp. Eisenbromürlauge, die dritte Kalilauge resp. Eisendrehspäne enthält. Die aus der ersten wenig gekühlten Vorlage entweichenden Bromdämpfe sind chlorhaltig und geben in der Bromidlösung ihr Chlor ab; indem an seine Stelle Brom aus den Bromiden tritt, gelangen sie als reines Brom in die dritte Vorlage, wo sie mit den Eisendrehspänen resp. der Kalilauge sofort reine Bromverbindungen eingehen.

Bei der Benutzung von Eisenabfällen entsteht zuerst ein Gemisch von Eisenchlorid (Fe_2Cl_6) und Eisenbromid (Fe_2Br_6). Das Chlor treibt aber allmählig das Brom aus, welches mit dem Eisen des dritten Gefässes Eisenbromürbromid (Fe_3Br_8) bildet; letzteres kann durch Kaliumcarbonat leicht zersetzt werden. In der Kalilauge entsteht zuerst Brom- und Chlorkalium, bromsaures und chlorsaures Kalium. Das Chlor zersetzt die Bromverbindungen und es destillirt reines Brom in die dritte Flasche mit Kalilauge über; diese wird mit Kohle geglüht und auf Bromkalium verarbeitet. (S. Bromkalium S. 68.)

In Stassfurt wird auf diese Weise Eisenbromürbromid als teigartige Masse von 65—70 % Brom in den Handel gebracht; es kann in Steintöpfen, Blechgefässen, selbst Holzfässern verpackt und versandt werden.

Die Manganlaugen exhaliren nach beendigter Operation noch immer Brom- und Chlordämpfe; ihre Entleerung wird in Stassfurt in folgender Weise bewirkt: Längs der Destillirgefässe läuft ein gemauerter Canal hin, durch welchen der grosse Schornstein der Fabrik einen mächtigen Luftstrom in entgegengesetzter Richtung zur ablaufenden Lauge hindurchzieht. Der Canal hat eine solche Lage, dass die Abflussöffnungen der Steinkufen in denselben münden; vor jeder Kufe befindet sich in der Verdachung des Canals ein Schieber, welchen man herauszieht, wenn der Zapfen ausgeschlagen werden soll. Auf diese Weise werden die Arbeiter nicht in nachtheiliger Weise von den Dämpfen der Manganlaugen berührt, obgleich in den Werkstätten ein Geruch nach Brom nicht zu vermeiden ist. — Zweckmässig würde es sein, beim Ablassen der Manganlaugen einen Dampfstrom in die Tröge zu leiten, um die Brom- und Chlordämpfe zu verdünnen und den Abfluss der Laugen zu beschleunigen.

Die Atmosphäre im Rectificationsraum pflegt angreifender als im Destillationsraume zu sein; die Arbeiter haben aber diesen Raum nur vorübergehend zu betreten. — Das Umgiessen des Broms geschieht in Holzkasten, durch welche der Fabrikschornstein einen heftigen Luftstrom hindurchtreibt; in der Regel begnügen sich aber die Arbeiter, welche bereits eine Uebung in dieser Manipulation erlangt haben, Mund und Nase mit einem feuchten Tuche zu verbinden.

Die Erfahrung hat übrigens ergeben, dass sich nur Arbeiter mit gesunden Respirationsorganen in diesen Fabriklocalen beschäftigen dürfen; Asthmatiker werden am meisten afficirt. Auch soll der Genuss von Spirituosen die Disposition zum Erkranken vermehren, weshalb in Stassfurt derselbe allen Arbeitern auf das Strengste verboten ist. Neben einer kräftigen Nahrung hat sich der Genuss fetter Speisen, wie Butter, Speck u. s. w., sehr wohlthätig erwiesen; eine Erfahrung, welche auch in Fabrikstätten mit metallischen Dämpfen (Gelbgiessereien, Arsenikhütten u. s. w.) seit langer Zeit bestätigt worden ist. In Stassfurt sollen die Arbeiter angeblich während der Zeit der dortigen Bromindustrie stets gesund geblieben sein, wenn sie sich der geistigen Getränke enthielten.

Eine sehr wichtige Frage bleibt noch die Behandlung resp. Verwerthung der Manganlaugen; ihr freier Abfluss dürfte nie gestattet werden; Mangan-

chlorür und die verschiedenen Chloride der Mutterlaugen werden, in Senkgruben abgelassen, alle benachbarten Brunnen verderben, in kleinen Wasserläufen alle Fischzucht vernichten und jede Vegetation, mit welcher sie in Berührung kommen, zerstören. In Stassfurt werden sie in nicht geringer Concentration frei in ein kleines Gebirgswasser, die Ocker, welche in die Saale mündet, abgelassen. Der nachtheilige Einfluss der Rückstände auf die Vegetation hat sich aber auch schon in einem hohen Grade herausgestellt, so dass bald die bezüglichen Massregeln im öffentlichen Interesse getroffen werden müssen. (Ueber die Verwerthung der Rückstände vergl. man: Manganchlorür.[6])

Die **Jodindustrie** in Glasgow ist gegenwärtig die grossartigste. Man benutzt dazu die verschiedenen See- und Seestrandgewächse (Fucus serratus und nodosus, Laminaria digitata), welche getrocknet und in Gruben verbrannt werden; die Asche wird in Wasser gelöst, filtrirt, durch Abdampfen und Krystallisation von den kohlensauren und schwefelsauren Alkalien und Chlormetallen möglichst befreit. Die zurückbleibende Mutterlauge ist die Jodlauge, welche Jodnatrium, Schwefelnatrium und unterschwefligsaures Natrium neben Chlornatrium enthält; es wird ihr Schwefelsäure zugesetzt, um den Schwefel auszuscheiden, was unter starker Entwicklung von Schwefelwasserstoff geschieht. Wenn die Operation nicht entfernt von menschlichen Wohnungen im Freien vorgenommen werden kann, so hat man sorgfältig für die Ableitung dieses Gases zu sorgen, damit es die Arbeiter und die Umgebung nicht belästige oder gefährde. Alsdann wird die Lauge mit Braunstein und Schwefelsäure der Destillation unterworfen, die in gusseisernen Kesseln mit kleinem Helm vorgenommen wird; letzterer wird bei sorgfältiger Lutirung mit Vorlagen verbunden, welche aus Steinzeug bestehen und Flaschen ohne Boden darstellen, deren Boden aber von einer einsetzbaren Thonplatte gebildet wird, um das spätere Herausnehmen des Jods für die Arbeiter zu erleichtern und dieselben den Dämpfen desselben weniger auszusetzen. In der Mitte dieses Bodens befindet sich eine Oeffnung, welche das Helmrohr resp. die Hälse der vorhergehenden Flaschen aufnimmt; als Lutirungsmittel dient nasser Thon. Anfangs gehen hier Chlor- und Bromdämpfe über, welche absorbirt werden müssen; treten die Joddämpfe auf, so ist die letzte Vorlage mittels eines Glasrohrs mit einem Gefäss mit Kalilauge zu verbinden. — Die Rückstände werden wie bei der Chlor- und Bromindustrie behandelt.

Da bei dieser Methode schon beim Einäschern viele Jod- und Brommetalle verloren gehen, auch späterhin ein Verlust an Jod durch Bildung von Bromjod oder Chlorjod nicht zu vermeiden ist, so hat man die Seetange der trocknen Destillation unterworfen, wobei neben den bekannten kohlenwasserstoffhaltigen, flüssigen und festen Destillationsproducten u. s. w. Salzsäure, Brom- und Jodwasserstoffsäure neben brom- und jodhaltigen Kohlenwasserstoffen auftreten. Das wässerige und ölartige Destillat (Wasser und Theer) wird in geschlossenen Gefässen mit concentrirter Natronlauge behandelt, wodurch die organischen Jod- und Bromverbindungen, sowie die freien Wasserstoffsäuren dieser Körper zerlegt und das Jod und Brom vom Kali gebunden werden.

Die alkalischen Laugen, welche ausserdem noch mit organischen Säuren und Basen (namentlich Ammoniak) überladen sind, werden zur Gewinnung der letzteren mittels Wasserdämpfe abgeblasen. (S. Ammoniak.) Die schwach kaustischen Laugen werden hierauf etwas eingedampft, nach der Filtration mit Schwefelsäure neutralisirt und mit einer Mischung von Kupfervitriol und Bleiacetat gefällt. Alles Jod schlägt sich beim Ueberschuss des Kupfersalzes als Kupferjodür (Cu_2J_2), die einzige Jodverbindung des Kupfers, und alles Brom als Bromblei (Bleibromid $PbBr_2$) nieder (s. Kupferjodür).

Der Niederschlag wird von der Flüssigkeit geschieden, das Filtrat auf die organischen Säuren (S. Trockene Destillation) verarbeitet und das Präcipitat entweder durch Auskochen mit siedendem Wasser, worin sich Bromblei löst, in seine Bestandtheile

getrennt oder gradezu mit Braunstein und Salzsäure der Destillation unterworfen, wobei Jodbrom entsteht, welches durch ein kaustisches Alkali zerlegt wird.

Obgleich diese Methode die grossen Vortheile hat, dass die Nebenproducte Verwendung finden, auch die Asche beim Auslaugen Natriumcarbonat und für die Düngung werthvolle Substanzen (Kaliumsalze, phosphorsaure Salze, lösliche Kieselsäure-Verbindungen, Magnesiumsalze u. s. w.) liefert, so ist sie trotzdem fast in Vergessenheit gerathen. Die sanitären Massregeln stimmen mit den bei der Ammoniakfabrication mittels trockner Destillation erforderlichen Vorkehrungen überein.

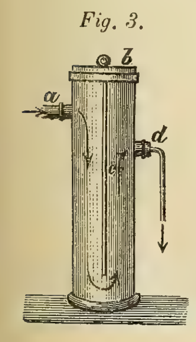
Bei der Darstellung des Kalisalpeters aus dem Chilisalpeter (s. Natrium) häufen sich nicht unbedeutende Mengen von Jodmetallen in der Mutterlauge an. Dies ist besonders mit dem in Peru gewonnenen Chilisalpeter der Fall, so dass der Jodhandel dort bedeutend geworden ist; man behandelt die Lauge mit saurem schwefligsaurem Natrium und Kupfersulfat, um Kupferjodür zu erhalten, welches als Jodkupfer eine bedeutende Handelswaare geworden ist, da es 60—66 pCt. Jod enthält. In Deutschland wird jetzt Jod fast nur aus Jodkupfer dargestellt, indem man es mit concentrirter Schwefelsäure unter geringem Zusatz von Salpeter der Destillation unterwirft. Um Jod aus der Lauge direct zu erhalten, wird zuerst Jodwasserstoffsäure dargestellt und diese mittels salpetriger Säure zersetzt.

Bei der Joddarstellung ist noch in sanitärer Beziehung der Umstand wichtig, dass durch Kupfersulfat auch Kupfercyanür gefällt wird, wenn das zur Darstellung des Kaliumnitrats benutzte Kaliumsalz Pottasche aus der Rübenmelasse war. In diesem Falle würde der Niederschlag aus Kupfercyanür und Kupferjodür bestehen, aus welchem sich alsdann bei der Destillation Jodcyan resp. Cyanwasserstoffgas entwickeln würde. Diese flüchtigen und sehr gefährlichen Substanzen können unter Umständen den Tod der Arbeiter herbeiführen, wenn sie sich denselben zu sehr aussetzen. Um solchen Gefahren vorzubeugen, fügt man zum Kupferniederschlag vor dem Zusatze der Schwefelsäure gepulvertes Kaliumchromat hinzu; es entwickelt sich dann das Cyan als solches und kann unter die Feuerung geleitet werden.

Uebrigens ist hervorzuheben, dass auch in der Jodlauge, welche bei der bisherigen gebräuchlichen Behandlung der Asche des Kelp entsteht, nicht selten geringe Mengen von Cyanverbindungen enthalten sind, so dass in der letzten Destillations-Vorlage die farblosen, nadelförmigen Krystalle von Jodcyan vorkommen können (vgl. Jodcyan).

Das technisch dargestellte Jod bedarf noch einer Sublimation, welche in Glas- oder Steingutretorten vorgenommen wird, deren Boden mit trocknem Sande beschüttet ist, um das im Jod etwa enthaltene Wasser aufzunehmen. Die Retorte ist bis zum Ausmündungsrohr in Sand gebettet, damit sich kein Jod am Retortenhalse ausscheidet und alles Jod in die Vorlage getrieben wird; letztere besteht aus hohen Glascylindern. Die Joddämpfe führt man an der Seite (Fig. 3 *a*) ein. Der Glasdeckel (*b*) hat einen Sandverschluss und ist mit einer fast bis auf den Boden reichenden Scheidewand (*c*) versehen, welche den Raum in zwei fast gleiche Hälften theilt. Die schweren Joddämpfe verdichten sich und fallen auf den abnehmbaren Thonboden; die leichten flüchtigen Producte, namentlich Jodwasserstoff, entweichen durch den Tubulus (*d*) und werden durch Kalilauge absorbirt. Bei einiger Aufmerksamkeit werden die Arbeiter auf diese Weise vollkommen vor den Joddämpfen geschützt.

Fig. 3.



In sanitärer Beziehung ist wiederholt bei der Jodindustrie

hauptsächlich die vollkommene Condensation der Joddämpfe hervorzuheben, wofür übrigens auch der Fabricant selbst besorgt ist, um keinen pecuniären Verlust zu erleiden; es hängt daher Alles von guten Vorlagen ab. Die Arbeiter leiden am meisten bei der Herausnahme des Jods und sind daher die oben erwähnten Flaschen mit beweglichem Boden als Vorlagen sehr zu empfehlen, um das überdestillirte oder sublimirte Jod auf eine bequemere und raschere Weise zu gewinnen und die reizende Einwirkung der Joddämpfe auf die Schleimhaut der Augen, Nase und Respirationswege zu vermeiden. Wo diese Vorsicht nicht beachtet wird, bildet sich alsdann bei Arbeitern ein chronischer Schnupfen aus (s. S. 60); sonst sind sie nach den bisherigen Erfahrungen keinen besonderen Krankheiten unterworfen, wenn sie mässig leben und sich nicht unnöthigerweise den Joddämpfen aussetzen. Nur bei undichten Lutirungen kommt es am häufigsten vor, dass sich Gesundheitsstörungen bemerkbar machen; Husten, Augenthränen und Kopfschmerzen sind gewöhnlich die vorherrschenden Symptome, welche aber in frischer Luft bald verschwinden. Es gibt übrigens auch Personen, welche mit einer ganz besonderen Empfindlichkeit gegen die Einwirkung der Joddämpfe behaftet und daher genöthigt sind, Fabriken dieser Art ganz zu vermeiden; sehr lästige und chronisch verlaufende Halsreizungen sind sonst die Folgen.

Was die **Brom- und Jodsalze** betrifft, so kommt **Kaliumbromid, Bromkalium** KBr. als solches in den Salzsorten und im Meereswasser spärlich vor; in Verbindung mit anderen Alkalien zeigt sich Brom häufiger. Man stellt es, wie schon erwähnt worden, dar, indem man Kaliumhydrat so lange mit Brom versetzt, bis dieses entfärbt wird. Die Lösung dampft man ein; da sich aber gleichzeitig hierbei bromsaures Kalium bildet, so muss man noch den Rückstand mit Kohle erhitzen, um dieses zu entfernen.

$$6\,Br + 6\,KHO = 5\,KBr + KBrO_3 + 3\,H_2O$$
$$KBrO_3 + 3\,C = KBr. + 3\,CO_2.$$

Durch Lösen und Abdampfen erhält man glasglänzende Würfel, welche in Wasser und Alkohol löslich sind.

Kaliumjodid, Jodkalium KJ. kommt in der Natur fast nur in Begleitung von Bromkalium vor und wird künstlich in analoger Weise wie Bromkalium dargestellt; es krystallisirt ebenfalls in Würfeln. Die wässerige Lösung besitzt die Eigenschaft, noch viel Jod aufzunehmen.

Reibt man Jod mit Eisenfeilspänen zusammen, so bildet sich Eisenjodürjodid, welches, durch Kaliumcarbonat zersetzt, ebenfalls Jodkalium liefert, daneben aber auch Eisenoxyduloxyd und Kohlensäure.

$$Fe_3\,J_8 + 4\,K_2\,CO_3 = 8\,KJ + Fe_3\,O_4 + 4CO_2.$$

Fluor F.

Fluor ist in freiem Zustande noch nicht bekannt; möglicherweise ist es ein Gas, welches mit allen Metallen, namentlich auch mit Wasserstoff Verbindungen eingeht. Die Verbindung mit Calcium ist als Flussspath, und mit Natrium und Aluminium als Kryolith bekannt. In den Knochen und im Schmelz der Zähne ist es ebenfalls an Kalium gebunden[1]); auch hat man es in den vorweltlichen Ueberresten der Liasformation, in den Coprolithen und in der Asche des rheinischen Schiefers (Blätterschiefers) nachgewiesen.

Fluorwasserstoff HF., Flusssäure, Fluorwasserstoffsäure.

Fluorwasserstoff wird durch Destillation von Fluorcalcium (Flussspath CaF_2) mit Schwefelsäure dargestellt und zwar in bleiernen oder kupfernen verplatinirten oder Platinagefässen.

$$CaF_2 + H_2.\,SO_4 = CaSO_4 + 2\,HF.$$

Die Vorlage muss mit einem Bleirohr versehen sein, um etwa mit der Luft entweichendes Gas in ein Gefäss mit Wasser zu leiten. Alle Fugen sind sorgfältig zu verkitten.

Die Flusssäure ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, stechend riechendes und stark rauchendes Gas, welches sich bei starker Abkühlung zu einer Flüssigkeit

verdichten lässt, mit wenig Wasser aber schon eine farblose, stark rauchende, bei +19,4° C siedende Flüssigkeit darstellt; sie erzeugt auf der Haut tief fressende Wunden und absorbirt Wasser unter bedeutender Erhitzung. Die Säure lässt sich nur in Flaschen von Gutta-Percha oder Blei aufbewahren. Mit dem Kieselsäureanhydrid SiO_2 und allen kieselsauren Verbindungen bildet sie das gasförmige Fluorsilicium und Wasser.

$$SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O.$$

Die Flusssäure wird deshalb in der Technik vielfach zum Aetzen von Glas oder Porzellan angewendet; man benutzt hierzu sowohl die dampfförmige, wie flüssige Säure, und zwar macht jene eine matte, letztere eine glänzende oder durchsichtige Aetzung. Diese Kunst des Aetzens wurde schon 1670 von *Heinrich Schwankhard* in Nürnberg erfunden.

Einwirkung der Fluorwasserstoffsäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in dem kleinen Kasten, dessen Fenster mit Copalfirniss überzogen waren. 1½ Unzen Flussspath wurden mit 2—3facher Schwefelsäure destillirt; sogleich beim Eintritt des Gases heftiges Schütteln des Kopfes und Putzen der Augen. Nach 2 M. starke Schleimabsonderung aus dem Schnabel; heftiges Schütteln und Putzen der Augen bei grosser Unruhe. Nach 7 M. geringes Schwanken beim Gehen; nach 8 M. ruhiges Sitzen bei starker Anschwellung der Augenlieder. Nach 9 M. 17 angestrengte Inspirationen binnen ¼ M.; nach 10 M. Herausnahme der Taube. Cornea nicht opalisirt; Schnabel ganz nass; Herzschlag sehr beschleunigt und angestrengte Respiration. Nach 7 M. noch 18 Inspirationen binnen ¼ M.; wässeriger Durchfall, welcher nicht sauer reagirt; dagegen reagirt der aus dem Schnabel fliessende Schleim stark sauer. Nach einer Stunde starkes Schleimrasseln beim Athmen; Abends spät ganz heisere Stimme, sonst ruhigeres Athmen bei häufigem Strecken des Halses. Am anderen Morgen gegen 6 Uhr läuft sie noch eine kurze Strecke umher und stürzt dann todt hin.

Section 10 Stunden hernach. Schädelhöhle: Gehirnhäute mässig injicirt; über der Dura mater des Rückenmarks ein ganz dünnes, wässriges Blutextravasat. Brusthöhle: Die Schleimhaut der ganzen Kehlkopfshöhle ist geröthet, vom Epithelium entblösst, welches aufgelockert das Lumen fast vollständig wie ein Pfropfen verschliesst; in dem die untere Hälfte der Trachea umgebenden Zellgewebe ein dünnes Blutextravasat. Hier ist die Schleimhaut nur stellenweise injicirt, unterhalb der Theilung aber mit einer dünnen Lage blutigen Schleims bedeckt. Lungen von zinnoberrother Farbe, nur an der untern Hälfte auf beiden Seiten blau gefleckt. Das Parenchym ist hellroth; auf den Schnittflächen fliesst flüssiges Blut aus Das Herz strotzt von flüssigem, schwarzrothem Blute, welches an der Luft langsam mit Ausscheidung eines klaren, gelben Serums gerinnt und dunkelkirschroth wird; Blutkügelchen normal. Unterleibshöhle: Leber und Nieren schwärzlich-braun und sehr blutreich.

2) Ein grosses Kaninchen sitzt in demselben Kasten. Bei der Einleitung des Gases starkes Putzen der Schnauze und Stocken der Respiration; Augen geschlossen. Nach 4 M. sehr starkes Speicheln, so dass der Speichel tropfenweise aus dem Maul fliesst; nach 7 M. grosse Unruhe und Husten, abwechselnd mit starkem Putzen der Schnauze. Nach 15 M. Herausnahme des Kaninchens.

Eiteriger Schleim in den Augen; mitten über die Cornea zieht sich eine 1½ Linien breite Opalisirung. 26 Inspirationen binnen ¼ M. bei starkem Schleimrasseln in der Nasenhöhle; die Nasenöffnung stark geröthet. Nach 2 Stunden 12 angestrengte Inspirationen; das Thier steckt seine Schnauze häufig in kaltes Wasser. Am 2ten Tage ruhiges Verhalten; die Augen sind mit Schleim verklebt und die Hornhaut ist ganz weiss und undurchsichtig. Am 3ten Tage ist die linke Hornhaut wieder klar, das Auge aber noch mit eiterigem Schleim angefüllt; das rechte obere Augenlied ist gespalten und die Hornhaut trübe und runzelig. Am 5ten Tage ist das rechte obere Augenlied durch Eiterung zerstört, so dass die obere Hälfte des Bulbus bloss liegt; Conjunctiva auf beiden Seiten geschwollen, geröthet und mit eiterigem Schleim bedeckt. Starkes Schleimrasseln in der Nasenhöhle. Allgemeinbefinden bessert sich; am 10ten Tage ist auch der rechte Bulbus durch Vereiterung ganz atrophisch geworden. Das linke Auge ist noch häufig durch eiterigen Schleim verklebt; sonst bemerkt man ausser dem Schleimrasseln in der Nasenhöhle nichts Auffallendes am Thiere, indem die Fresslust vollständig wieder eingetreten ist. Da die Wunde gar keine Tendenz zur Heilung zeigt, so wird das Kaninchen am 40ten Tage nach dem Experimente durch Kohlenoxyd getödtet.

Bei der Section fand sich vom rechten Bulbus noch ein bohnengrosser Rest; auch der grösste Theil der Augenlieder war vereitert. Das rechte Nasenbein und die obere Hälfte des rechten Oberkiefers waren bloss mit schwachgelben, dünnen Borken bedeckt; nach Abwaschen derselben trat der Knochen zu Tage. Das rechte Nasenbein war aus seiner Verbindung gelöst und liess sich leicht entfernen; auf dem Boden

beider Nasenhöhlen fand sich eine 6 Linien lange und 3 – 4 Linien breite granulirende, hochrothe und mit dickem Eiter bedeckte Fläche. Die ganze Wunde verbreitete einen höchst ekelhaften Geruch, wie er bei cariösen Geschwüren vorzukommen pflegt. Der übrige Leichenbefund hing mit der stattgefundenen Einwirkung des Kohlenoxydes zusammen.

Wenn die Dämpfe der Fluorwasserstoffsäure mit Wasser zusammenkommen, so werden sie condensirt; ihre Wirkung auf den Thierorganismus ist alsdann gleich der der flüssigen Fluorwasserstoffsäure. Aus diesem Grunde wurde im obigen Experimente das Auge des Kaninchens vorzugsweise afficirt, weil durch die vermehrte Thränenflüssigkeit die Absorption der Dämpfe stattfand, und somit ihre Einwirkung auf das Auge und seine Umgebung veranlasst wurde. Die flüssige Fluorwasserstoffsäure wirkt sofort ätzend und erzeugt fressende Geschwüre, welche sich in die Tiefe und Breite ausdehnen, so dass im vorliegenden Falle der ganze Bulbus des Thieres atrophisch zu Grunde ging und die Augenlieder sogar in den Eiterungsprocess hineingezogen wurden, bis schliesslich selbst das Nasenbein und der Oberkiefer nekrotisch wurden.

Bei Arbeitern, welche zum Aetzen der Gläser die dampfförmige Säure verwenden, hat man ebenfalls Ulcerationen auf der Schleimhaut der Augenlieder bis zu ihrer Spaltung beobachtet; auch die Nasenöffnung, das Zahnfleisch und die Mundschleimhaut können schwären. Die Nägel werden gewöhnlich an ihrer Lunula corrodirt; die Aetzung dringt immer tiefer ein und erzeugt ein Absterben und Abstossen des Nagels. Die Reizung der Respirationsschleimhaut gibt sich durch Husten und eiterigen Ausfluss kund. Bei der den Dämpfen der Fluorwasserstoffsäure ausgesetzt gewesenen Taube verschloss das aufgelockerte Epithelium das Lumen des Larynx vollständig, während auf der Schleimhaut der Luftröhre und der Nasenhöhle ein blutiger Schleim abgelagert war.

Rabuteau[2]) berichtet über einen Vorfall, welcher sich in einer chemischen Fabrik zu Paris ereignete, wo wenige Tropfen der Säure mit den Fingern in Berührung kamen und einen heftigen, brennenden, drei Tage anhaltenden, mit Fieber und Schlaflosigkeit verbundenen Schmerz erzeugten. Es entstand ein tief um sich fressendes Geschwür, welches erst nach Monatsfrist vernarbte. Auf die Oberhaut eines Hundes wurden 3 Tropfen gebracht, wodurch rasch eine leichte Verhärtung und ein in 3 Tagen abfallender trockener Schorf entstand; nach Application eines Tropfens auf die entblösste Haut bildete sich ein indurirtes Geschwür aus, welches sich mehrmals mit einem weichen, später abfallenden Schorfe bedeckte und erst in 3 Wochen heilte.

Auch bei dem oben erwähnten Kaninchen war die Bildung eines weichen und bröckligen Schorfes, unter welchem die Eiterung und der Substanzverlust immer tiefer drang, charakteristisch. Alle durch Fluorwasserstoffsäure erzeugten Geschwüre haben eine entschiedene Tendenz zur Zerstörung und gelangen äusserst schwierig zur Heilung resp. Vernarbung; neutralisirende Mittel, wie Alkalien, sind ganz wirkungslos. Der Seltenheit des Falles wegen ist hier eine von King[3]) mitgetheilte Beobachtung zu erwähnen, nach welcher $^1/_2$ Unze dieser Flüssigkeit getrunken wurde und 35 Min. nachher der Tod eintrat. Bei der Section zeigte sich Röthung der Schleimhaut der Trachea und Bronchien. In der Mundhöhle, in der Epiglottis und im Verlaufe des Oesophagus war mehr oder weniger das Epithelium abgestreift. Der Magen war mit schwarzer Flüssigkeit angefüllt und die Magenschleimhaut selbst stellenweise schwarz; Erosionen fanden sich nirgends. Das Blut reagirte sauer.

Bei der technischen Verwendung der Flusssäure kittet man zum Aetzen von Glas zwei Glasscheiben zusammen, so dass zwei Flächen geschützt sind. Die beiden äusseren Oberflächen werden mit dem sogenannten Aetzguss, einer Mischung von Wachs, Asphalt und peruvianischem Terpentin, bestrichen. Mit einem Metallgriffel gravirt man die betreffenden Zeichnungen in den Aetzgrund ein; diese Scheiben setzt man alsdann in einen Bleikasten, welcher aus einem besondern, mit einer Mischung von Flussspath und Schwefelsäure versehenen Apparat mit den Dämpfen der Flusssäure gespeist wird. Hat der Apparat seinem Zwecke gedient, so wird er, nachdem er vollständig erkaltet ist, im Freien oder unter einem gut ziehenden Rauchfange geöffnet. Die Arbeiter haben hierbei die grösste Vorsicht zu gebrauchen; um sich vor der Einwirkung dieser Dämpfe zu sichern, ist es vorzuziehen, an dem Entwicklungskasten ein Bleirohr anzubringen, welches den Ueberschuss der Dämpfe direct in einen Wasserbehälter leitet. Auf diese Weise erhält man zugleich noch die flüssige Flusssäure und schützt sich am besten gegen die giftigen Dämpfe. Bei diesem Aetzprocess entsteht durch die Einwirkung der Flusssäure auf das Glas resp. auf Kieselsäureanhydrid Siliciumfluorid und Wasser. [4])

Sauerstoff O.

Sauerstoff bildet mit Stickstoff die Atmosphäre, welche aus 21 Vol. oder 23 Gewichtsprocenten Sauerstoff und 79 resp. 77% Stickstoff besteht; Wasser enthält 88,89 Gewichtsprocent davon. Ausserdem ist er der wichtigste Bestandtheil aller die Erdoberfläche bildenden festen und flüssigen Stoffe. In chemischer Beziehung ist er das erste Glied der zweiwerthigen Metalloide. Die bisher beobachteten Schwankungen in dem Sauerstoffgehalt der Luft sind unbedeutend; jedenfalls herrscht eine Gleichförmigkeit der Bestandtheile der Luft vor, welche zum Fortbestehen der Organismen auch absolut nothwendig ist. Der gewöhnliche oder inactive Sauerstoff der Luft stellt ein Gemenge mit Stickstoff dar.

Dargestellt wird er: 1) durch Elektrolyse des Wassers; 2) durch Erhitzen des Quecksilber-Oxyds; 3) durch starkes Glühen von Braunstein, welcher hierbei $1/3$ seines Sauerstoffs entlässt und sich in Manganoxyduloxyd verwandelt.

$$3MnO_2 = Mn_3O_4 + 2O.$$

4) Durch Erhitzen von Braunstein und Schwefelsäure; es bildet sich Mangansulfat und die Häfte des Sauerstoffs tritt aus.

5) Die häufigste Darstellungsmethode ist die durch Erhitzen von Kaliumchlorat (Kali chloricum), welches seinen ganzen Sauerstoffgehalt hierbei abgibt und in Kaliumchlorid (Chlorkalium) übergeht.

$$KClO_3 = KCl + 3O.$$

6) Durch Erhitzen von Kaliumchromat und Schwefelsäure; es entsteht Chromsulfat und die Hälfte des Sauerstoffs, welcher ozonisirt ist, wird frei.

7) Behandelt man eine dicke, mit etwas Kobaltsesquioxyd versetzte Kalkmilch mit Chlor, so verwandelt die unterchlorige Säure des Chlorkalks das Kobaltsesquioxyd in die unbeständige Kobaltsäure, welche im Entstehungsmoment in Sauerstoff und Sesquioxyd zerfällt.

$$Co_2O_3 + 3[CaCl(OCl)] = 3CaCl_2 + 2CoO_3$$
$$2CoO_3 = Co_2O_3 + O_3.$$

Diese Darstellungsweise eignet sich sehr, um in Krankensälen durch Entwicklung von Sauerstoff desinficirend zu wirken. [1])

8) Zu technischen Zwecken hat schon Deville durch Glühen von Zinksulfat Sauerstoff dargestellt. Unter Entweichung von schwefliger Säure und Sauerstoff geht das Salz in Zinkoxyd über; beide Gase werden durch eine alkalische Lösung getrieben, wobei die schweflige Säure an das Alkali tritt und der Sauerstoff aufgefangen wird. Leitet man schweflige Säure durch Wasser, in welchem Zinkoxyd suspendirt ist, so entsteht Zinksulfit, welches sich an der Luft in Zinksulfat verwandelt und wiederum für diesen Process verwendet werden kann.

9) Die Darstellung des Sauerstoffs durch Gewinnung desselben aus der Atmosphäre, welche bereits von *Boussingault* durch Glühen von Aetzbaryt und Ueberführen desselben in Bariumsuperoxyd angebahnt worden, hat in neuerer Zeit grosse Fortschritte gemacht. Für die Industrie benutzt man gegenwärtig vorzugsweise Kupferchlorür (s. dieses).

10) Eine andere Methode beruht auf der verschiedenen Löslichkeit des Sauerstoffs und Stickstoffs im Wasser; 1000 V. Wasser absorbiren nämlich 46 V. Sauerstoff und nur 25 V. Stickstoff bei Atmosphärendruck. *Mallet* hat einen Apparat construirt, durch welchen er Luft unter einem Druck von 5 Atmosphären in grosse eiserne Cylinder presst und die vom Wasser absorbirte Luft in 1, 2, 3 oder 4 Cylinder treten lässt, um möglichst sauerstoffreiche Luft zu erhalten. Die Kosten der Triebkraft stehen der Einführung dieses Verfahrens in die Industrie noch entgegen.

11) *Maréchal* und *Tessié du Motay* stellen mangansaures Natrium durch Zusammenschmelzen von Braunstein und Natriumhydrat an der Luft dar.

$$MnO_2 + 2\,NaHO + O = Na_2\,MnO_4 + H_2O.$$

Wird Wasserdampf über dieses Salz geleitet, so wird der Sauerstoff frei und das Salz zerfällt wieder in Braunstein und Natriumhydrat. Beim Schmelzen der beiden letzteren Substanzen an der Luft oxydirt sich das Gemenge wieder und es ist daher eigentlich nur der Sauerstoff der Luft, welcher bei der Zersetzung durch Wasserdampf gewonnen wird. Dasselbe Gemenge kann immer wieder von Neuem benutzt werden. Der hierzu nothwendige Apparat hat grosse Aehnlichkeit mit demjenigen für Leuchtgasbereitung. Die Retorten sind mittels Röhren für die Zuleitung des Luftstromes und des Wasserdampfes mit einander verbunden.[2])

Sauerstoff ist ein farb-, geruch-, geschmackloses und permanentes Gas, welches von einem starken Magneten angezogen wird; vom Wasser wird es nur in geringer Menge absorbirt. Mit allen einfachen Stoffen geht der Sauerstoff sehr zahlreiche und wichtige Verbindungen ein, welche man im Allgemeinen Oxyde nennt; erfolgt eine solche Vereinigung unter Feuererscheinung, so heisst sie Verbrennung.

Der Name Sauerstoff (Oxygenium) rührt von *Lavoisier* her, welcher die *Stahl*'sche Theorie des Phlogiston stürzte und den Sauerstoff für den einzigen Säureerzeuger hielt. Viel später hat man nachgewiesen, dass nicht alle Säuren Sauerstoff enthalten.

Physiologische Bedeutung des Sauerstoffs. Der Sauerstoff ist einer der wesentlichsten Factoren des thierischen Lebensprocesses. Der Verbrauch dieses Gases wird reichlich durch seine Production mittels der Pflanzen gedeckt; es besteht somit ein inniger Zusammenhang zwischen Thier- und Pflanzenleben. Das Thier nimmt den Sauerstoff durch die Lungen in das Blut auf, d. h. die Blutkörperchen besitzen vorzugsweise die Eigenschaft, den Sauerstoff zu binden resp. ihn aus einem Gasgemische gleichsam zu extrahiren. Diese Absorptionskraft ist so gross, dass stets verhältnissmässig viel Sauerstoff vom Blut resp. von den Blutkörperchen aufgenommen wird; es wird stets ein geringeres Volumen Luft exspirirt als inspirirt.

Manche Thatsachen dürften dafür sprechen, dass die Aufnahme des Sauerstoffs von den Blutkügelchen lediglich in einer absorbirenden Anziehung, gleichsam in einer Verdichtung oder Aufspeicherung durch Flächenanziehung in diesen organisirten Körperchen besteht, dass aber von einer chemischen Verbindung im gewöhnlichen Sinne nicht die Rede sein kann; auch lässt sich eine derartige chemische Verbindung zwischen einem organisirten Körper als solchen und einem Elemente nicht nachweisen. Die Aufnahme von Sauerstoff durch die Blutkörperchen kann man sich fast analog derjenigen, welche der Sauerstoff durch Platinschwarz erfährt, oder auch ähnlich der Absorptionsfähigkeit der Kohle vorstellen. Es ist nicht möglich, durch Aufhebung des Druckes dem Platinschwarz den Sauerstoff zu entziehen; vollständig gelingt dies auch bei den Blutkörperchen nicht. Niemand wird das mit Sauerstoff beladene Platinschwarz als eine chemische Verbindung betrachten, weil, wenn dies der Fall wäre, diese oxydhaltige Verbindung sich entweder als eine salzfähige Basis oder als eine Säure verhalten müsste. Platinschwarz, welches mit Sauerstoff gesättigt ist, löst sich unter Sauerstoff-

entwicklung in schmelzendem Blei und bildet damit eine Legirung. Diese Auflösung könnte nicht stattfinden, wenn das Platinschwarz nicht seine sämmtlichen Eigenschaften als freies Metall behalten hätte. Die Wärme allein, z. B. das Glühen reicht hin, das Platinschwarz seines Sauerstoffs zu berauben.

Aehnlich erscheint das Verhalten der Blutkörperchen, welche den Sauerstoff beim Erwärmen abgeben und beim Erkalten wieder aufnehmen. Die Blutkörperchen sind daher die Träger des Sauerstoffs und führen ihn auf ihrer weit verzweigten Bahn durch den Thierkörper; sie vermitteln den Oxydationsprocess in allen seinen Theilen, wodurch eine gleichmässige Verbrennung und eine beständige Wärmequelle erzeugt wird.

Wenn man von einer gänzlichen Unabhängigkeit des Druckes bezüglich der Aufnahme des Sauerstoffes Seitens der Blutkörperchen spricht, so ist hierbei zu bedenken, dass von einer absoluten Unabhängigkeit nicht die Rede sein kann. Schon durch die Versuche, die Blutgase mittels einer Luftpumpe zu entfernen, wird der Beweis geliefert, dass die Aufnahme des Sauerstoffs seitens der Blutkörperchen von einem gewissen Drucke wohl abhängig ist.

Diese Kraft der Blutkörperchen, den Sauerstoff aus Gasgemischen zu extrahiren, muss mit der Abnahme desselben immer mehr geschwächt werden, so dass bei einer gewissen Verdünnung auch die frequentesten Athemzüge nicht mehr hinreichen, den für das Leben nothwendigen Sauerstoff aufzunehmen Das schnellere Athmen auf hohen Gebirgen, also in verdünnter, sauerstoffärmerer Luft, ist unter andern Ursachen auch hierauf zu beziehen.

Dass bei momentaner Abhaltung des Sauerstoffs nicht sofort der Tod eintritt, beruht indessen auf dem Vermögen der Blutkörperchen, ein Plus von Sauerstoff in sich aufzunehmen und somit auf eine kurze Zeit hin den Organen noch einen nothdürftigen Antheil von Sauerstoff zu bieten; wäre dies nicht der Fall, so würde niemals ein Wiederbelebungsversuch bei Scheintodten mit Erfolg gekrönt werden. Wird umgekehrt dem Thierkörper eine grössere Menge von Sauerstoff, als zum Leben nothwendig ist, geboten, so nehmen die Blutkörperchen doch ein entsprechendes Plus von Sauerstoff auf; dagegen verkürzt sich die Zeit, in welcher sie das nothwendige Quantum absorbiren, weshalb die Athemzüge weniger frequent werden (s. comprimirte Luft).

Darüber kann kein Zweifel mehr herrschen, dass der Sauerstoff nie sofort zur Oxydation bis zu den letzten Producten der Verbrennung verwendet wird; er muss jedenfalls längere oder kürzere Zeit im Organismus verweilen und die dadurch eingeleitete Oxydation verschiedene Stadien durchlaufen, ehe die Verbrennungsproducte in den bekannten Formen auftreten können. Durch seine Fähigkeit, die verbrauchten Bestandtheile des Thierkörpers in die einfachsten Verbindungen, den Kohlenstoff in Kohlensäure, den Wasserstoff in Wasser zu verwandeln und den Stickstoff zuletzt in der Form von Harnstoff, Harnsäure, Ammoniak etc. zur Ausscheidung zu bringen, stellt er das mächtigste Agens des Rückbildungsprocesses dar.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch das Auftreten von leichtem Kohlenwasserstoff in der exhalirten Luft auf einer Abspaltung desselben während des Oxydationsprocesses beruht. In der organischen und unorganischen Chemie gibt es Tausende von Beispielen für diesen Vorgang; ein solcher ist jedenfalls wahrscheinlicher als die Annahme, dass jene Gase aus dem Darme in Folge von Diffusion in's Blut gelangen.

Sauerstoff befördert nicht bloss den Rückbildungsprocess, sondern ist auch das erste und unentbehrlichste Glied in der Kette der Factoren, welche den Anbildungsprocess einleiten. Die vielen sich hieran knüpfenden physiologischen und pathologischen Fragen noch weiter zu verfolgen, würde hier zu weit führen, es sei daher nur noch gestattet, auf die von Rosenthal entdeckte Thatsache aufmerksam zu machen, nach welcher durch reichliche Zufuhr von Sauerstoff zum arteriellen Blute des Thieres das Athmungsbedürfniss aufgehoben und der mit Apnœ bezeichnete Zustand hervorgerufen wird, in welchem die Respirationsbewegung sistirt.

In sanitärer Beziehung ist auch das Einathmen einer sehr sauerstoffreichen Luft zu erwähnen; es tritt hierbei nach den Untersuchungen von

Regnault, Reiset[3]) und W. Müller[4]) keine grössere Menge von Kohlensäure mit der exspirirten Luft aus, als wenn die gewöhnliche atmosphärische Luft eingeathmet wird, vorausgesetzt, dass man das Experiment nur auf einen Tag ausdehnt. Hierbei ist aber wohl zu beachten, dass bei einer vermehrten Sauerstoffzufuhr und gleichzeitig gesteigerten Kraftproduction schliesslich auch eine vermehrte Kohlensäureaushauchung stattfinden muss.

Bei einer Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Luft kann auch eine entsprechende Vermehrung der Kohlensäure längere oder kürzere Zeit ohne schädliche Wirkung bleiben. So fanden *Regnault* und *Reiset*, dass Thiere in einer Luft, welche anderthalb bis zwei Mal so viel Sauerstoff wie die atmosphärische Luft enthält, auch bei einem Gehalte von 17—23 pCt. Kohlensäure selbst nach 22—26 Stunden noch ungehindert athmen können.

Man kann Kaninchen und Tauben mehrere Stunden lang in reinem Sauerstoff athmen lassen, ohne einen bleibenden Nachtheil davon zu erfahren, vorausgesetzt dass die exspirirte Luft einen gehörigen Abzug hat.

Im Anfange dieser Experimente war jedoch eine reizende Einwirkung des Sauerstoffs nicht zu verkennen, indem die Thiere häufig aufhusteten, eine feuchte Nase und eine sehr beschleunigte Respiration bekamen, bis sich nach 30—40 Minuten wieder Alles ausglich. An der freien Luft zeigte sich häufig noch eine erhöhte Temperatur und ein beschleunigter Herzschlag; auch trat einige Mal vermehrter Durst ein. *Thomas Reid*[5]) will sogar bei einem Hunde, welchen er täglich 6 Stunden lang während 14 Tage und alsdann noch 14 Tage lang in kürzerer Zeit reinen Sauerstoff inhaliren liess, eine Lungenentzündung erzeugt haben: er sorgte dabei für den Abzug der durch Exspiration verschlechterten Luft. Am Ende der Versuche konnte der Hund fast gar nicht mehr athmen und schreien; seine Respiration wurde hörbar, pfeifend und mühsam. Nachdem er getödtet worden, fand sich in der rechten Brusthöhle vieles mit Blutklümpchen vermehrtes Serum und eine rothe, geschwollene Pleura, während die rothen Lungen beträchtliche Verhärtungen zeigten.

Die Wirkungen des Sauerstoffs bei diesem Experimente können sehr leicht auf eine Verunreinigung des Gases zurückgeführt werden, da die damaligen Methoden, Sauerstoffgas zu bereiten, noch mit vielen Mängeln behaftet waren, welche eine Verunreinigung des Gases sehr leicht ermöglichten.

Eigene Versuche bestätigen die Beobachtungen von *Demarquay*[6]), dass 15—30 Liter O ohne nachtheilige Folgen eingeathmet werden können. Man beobachtet dabei im Allgemeinen folgende Symptome: Die ersten Inhalationen erregen meistens ein angenehmes Gefühl von Wärme im Munde, im Schlunde und in der Brust, welches bisweilen nach dem Epigastrium ausstrahlt, aber sehr bald wieder verschwindet. Dieses Gefühl kann auch ganz fehlen oder bei krankhaften Zuständen heftig sein, wie es z. B. bei solchen Phthisischen, welche sich nicht für diese Behandlung eignen, häufig gefunden wird: gleichzeitig wird der Puls um 4—20 und mehr Schläge schneller und härter, jedoch nur für kurze Zeit. In seltenen Fällen trat keine Beschleunigung, manchmal sogar eine schwache Verzögerung der Pulsschläge ein: mehrere Personen wollten während der Inspiration auch ein erhöhtes Gefühl von Wärme in der Haut haben. Die Wirkungen auf die Sinne und das Nervensystem sind nicht sehr deutlich und werden sehr abweichend angegeben: seitens der Verdauungsorgane tritt zunächst ein gesteigerter Appetit hervor, was auf einen beschleunigten Rückbildungsprocess hinweist.

Die Injection von Sauerstoff in das Venensystem erfordert dieselbe Vorsicht wie die Injection von atmosphärischer Luft, da bei grösseren Mengen desselben Ausdehnung des rechten Herzens und Ansammlung von schäumigem Blute in den Lungen erfolgen kann.

In die Vena portarum konnte *Demarquay* grössere Mengen von Sauerstoff ohne Schaden einspritzen, wobei er die in physiologischer Beziehung interessante Beobachtung machte, dass die Milz darnach scharlachroth, härter und voluminöser wurde, während das venöse Blut in seiner Farbe stets unverändert blieb.

Die reizende Einwirkung des reinen Sauerstoffs auf wunde Hautstellen ist schon längst bekannt; machen wir doch täglich die Erfahrung, dass schon die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs auf frische Wunden deren Heilung verlangsamt, weshalb wir durch eine sorgfältige Verhüllung derselben, durch den sogenannten Verband, die Reizung der Luft abzuhalten suchen.

Nach der Beobachtung von *Demarquay* ist diese Wirkung des reinen Sauerstoffs auf Wunden stets dieselbe, gleichviel ob er dem Organismus durch Injection in die Venen oder durch Inspiration einverleibt wird, oder ob die afficirten Stellen nur mit einer Atmosphäre dieses Gases umgeben werden.

Werden Thiere in eine abgeschlossene Atmosphäre von reinem Sauerstoff gebracht, so leben dieselben in einer solchen länger als in einem eben so grossen Luftraume, sterben aber doch schliesslich und zwar zu einer Zeit, wo noch so viel Sauerstoff in derselben vorhanden ist, dass glimmende Körper noch entzündet werden. Bei der Section findet sich dann nur eine erhöhte Gefässinjection und eine Hyperämie der Lungen, Leber und Nieren. *Demarquay* zieht aus dieser Thatsache den Schluss, dass der Sauerstoff selbst zur Todesursache werde und nicht die durch die Exhalation der Versuchsthiere eingetretene Verschlechterung der umgebenden Atmosphäre. Jedenfalls befördert letztere den Eintritt des Todes, weil der Sauerstoff vom Blute nicht mehr absorbirt und die Kohlensäure nicht mehr aus demselben ausgeschieden wird, so dass der nothwendige Austausch beider Gase wesentlich gestört wird.

Die reizende Einwirkung des puren Sauerstoffs auf das Blut ist übrigens schon a priori anzunehmen, weil er in der atmosphärischen Luft dem Volumen nach nur zu einem Fünftel enthalten ist; auch sprechen die Folgen eines längern Aufenthaltes in comprimirter Luft für eine nachtheilige Wirkung grosser und concentrirter Mengen von Sauerstoff. Nur in der richtigen Vermischung resp. Verdünnung ist er ein normaler Lebensreiz und steht dem wichtigen Processe der Belebung und Erregung der Blutkörperchen d. h. der Blutbildung vor; denn es ist wohl unzweifelhaft, dass die normale Blutbildung durch den Contact mit dem atmosphärischen Sauerstoff beeinflusst wird. Andererseits spricht auch der Zustand des Blutes bei der Absorption des Sauerstoffs mit; venöses Blut mit träger Circulation kann eine stärkere Einwirkung des Sauerstoffs ertragen als ein reizbares Gefässsystem, bei welchem leicht Ueberreizung eintritt. Es ist eine häufige Erfahrung, dass dieselbe Luftbeschaffenheit nicht auf alle Individuen dieselbe Wirkung äussert, dass die Einen sich an der Meeresküste unter einem höhern Luftdrucke, die Anderen dagegen auf Höhen unter einem verminderten Luftdrucke wohler fühlen.

Quellen des Sauerstoffs. Der Sauerstoff der Atmosphäre wird trotz des ungeheuren Verbrauchs constant erhalten, weil die Pflanzen ihn beständig reproduciren. In diesen findet die Sauerstoffentwicklung nur im Tageslichte statt; bei Abwesenheit des Lichtes hört dieselbe allmählig auf, bis zuletzt die Entwicklung von Kohlensäure eintritt.

Die Behauptung, dass die Pflanzen den Sauerstoff bei Nacht absorbiren, ist durch kein Experiment bewiesen worden. Nur die Pilze nehmen Tag und Nacht Sauerstoff auf und bilden in dieser Beziehung gleichsam einen Uebergang vom Pflanzen- zum Thierreich. Die Pflanzen geben einen Theil der Kohlensäure an die Atmosphäre zurück, welche sie in Folge der Verdunstung durch die Blätter aus dem Wasser des Bodens aufgenommen haben. Aehnlich wie im Sonnenlicht verhalten sich die Pflanzen auch während der Mondbeleuchtung, indem sie Kohlensäure aufnehmen und den Sauerstoff an die Atmosphäre abgeben.

Unzweifelhaft sind die Pflanzen als ein geeignetes Mittel für die Luftverbesserung zu betrachten; die Forstcultur hat daher auch in dieser Beziehung eine grosse Bedeutung. Zu Städten und Ortschaften, welche in einer waldreichen Flur liegen, dringen erfahrungsgemäss seltener epidemische Krankheiten, wenigstens fehlt ihnen die Intensität, mit welcher sie volkreiche Städte mit spärlicher Vegationswelt befallen. Beim Studium der geographischen Verbreitung der Krankheiten sollte man hierauf mehr Rücksicht nehmen als bisher geschehen ist, und überhaupt die Pflanzengeographie nicht ausser Acht lassen.

Es kann nicht genug empfohlen werden, die Strassen der Städte mit Bäumen zu bepflanzen oder innerhalb der Städte grosse Parkanlagen zu errichten, da sie ausser den Annehmlichkeiten, welche sie im Sommer gewähren, die besten Luftreinigungs-

apparate abgeben und deshalb für grosse Städte, die Depots aller schädlichen Dünste, unentbehrlich sind. Namentlich sollte man stets darauf bedacht sein, grosse Krankenhäuser nur ausserhalb der Städte oder wenigstens in der Mitte von grossen Gärten anzulegen. Für den Winter würde es sehr zweckmässig sein, Gewächshäuser mit den Krankenhäusern zu verbinden, um auch während dieser Jahreszeit den Kranken den wohlthätigen Einfluss der Pflanzenwelt zu bieten.

Manche Sitten und Gebräuche deuten darauf hin, dass man schon instinctmässig nach diesem Mittel greift. So bestreut man in Schweden die Wohn- und Krankenstuben mit Tannenreisern; so umstellt man im Orient die Krankenbetten mit grünen Zweigen oder trägt die Kranken in den duftenden Wald.

Wenn die frische Luft das echte Lebenselement ist, so muss die Hauptsorge der öffentlichen Gesundheitspflege darauf gerichtet sein, den lautern Born derselben nicht versiegen zu lassen. Als Rom und Athen in Blüthe standen, wurde auch in sanitärer Beziehung am meisten für das öffentliche Wohl gesorgt und die gymnastischen Uebungen im Freien bildeten einen Haupttheil der Erziehung. Als das Christenthum auftrat, war es mehr das Seelen-, als das Körperheil, welches der Menschen Sinn und Denken erfüllte, und als das Mittelalter den Geist gänzlich in Fessel schlug, dachte man noch viel weniger an öffentliche Hygiene.

Im 12. Jahrhundert hiess Paris noch mit Recht Lutetia, die Stadt des Kothes, und erst gegen Ende desselben begann man dort mit der Strassenpflasterung. Sehr langsam wurden Missbräuche und Uebelstände, welche die Gesundheit gefährden, beseitigt; aber auch jetzt noch begegnet man überall in grossen Städten tausend Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, nur das Nothwendigste in's Werk zu setzen. Ist die Furcht vor ansteckenden Krankheiten oft übertrieben, so ist man andererseits nicht selten gleichgültig gegen Gefahren, welche uns täglich im eignen Hause durch Beeinträchtigung des belebenden Einflusses des Sauerstoffes drohen.

Gährung, Fäulniss, Verwesung.

„Seit der Entdeckung des Sauerstoffs", sagt v. Liebig in seinen chemischen Briefen, „hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in Sitten und Gebräuchen erfahren. Die Kenntniss der Zusammensetzung der Atmosphäre, der festen Erdrinde, des Wassers, ihr Einfluss auf das Leben der Pflanzen und Thiere knüpfen sich an diese Entdeckung. Der vortheilhafte Betrieb zahlloser Fabriken und Gewerbe, die Gewinnung von Metallen stehen damit in engster Verbindung; man kann sagen, dass der nationale Wohlstand der Staaten um das Mehrfache dadurch seit dieser Zeit erhöht worden ist, dass das Vermögen jedes Einzelnen damit zugenommen hat." In unzähligen Vorgängen des Lebens begegnen wir dem Sauerstoff. Wie alles Leben durch ihn bedingt ist, so werden auch nach dem Absterben der Organismen die eintretenden Veränderungen, welche die organischen Gebilde erleiden, vorzugsweise durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs herbeigeführt und finden mit der Zurückführung dieser Gebilde in die ursprüngliche Form ihren Abschluss.

Auf organische Körper wirkt der Sauerstoff in der Weise ein, dass er die complicirten Molecüle durch Oxydation in einfachere zerlegt. Die Processe, welche durch ihn eingeleitet werden, sind, sobald seine Wirkung bei gewöhnlicher Temperatur erfolgt, Verwesung, Fäulniss und unter gewissen Bedingungen auch Gährung. Fäulniss und Verwesung sind ein fortschreitender Oxydationsprocess, bei welchem schliesslich der Kohlenstoff in Kohlensäure, der Wassserstoff in Wasser und der Stickstoff in Ammoniak übergeführt wird.

Es versteht sich von selbst, dass das Zerfallen der hoch constituirten Molecüle, der Eiweisskörper und Kohlehydrate in die obengenannten Stoffe nicht ohne Uebergang stattfindet, und eine grosse Reihe von intermediären, einfacheren organischen Stoffen entsteht. So sind im faulenden Pferdefleisch nachgewiesen worden: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Caprylsäure, Pelargonsäure, Benzoësäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Aceton, die Aminbasen des Methyls, Aethyls, Propyls und Amyls, Leucin und Tyrosin.

Die Fäulniss tritt bei unzureichendem, die Verwesung bei hinreichendem Luftzutritt ein, so dass bei der Verwesung die Endproducte der Zersetzung: Kohlensäure, Ammoniak und Wasser als Hauptproducte auftreten, während bei der Fäulniss sich

vorzüglich die intermediären Producte zeigen. Der Schwefel der Proteinstoffe verwandelt sich hierbei stets in Schwefelwasserstoffgas.

Unter Gährung, welche für die Industrie von der höchsten Bedeutung ist, versteht man das Zerfallen an sich beständiger Stoffe bei Gegenwart von lebenden Organismen oder verwesenden Proteinstoffen (Ferment). Die meisten Zuckerarten sind gährungsfähige Substanzen und zerfallen bei Gegenwart lebender Hefe in Alkohol und Kohlensäure, bei Gegenwart faulender Proteinstoffe, wozu fast alle Eiweisskörper gehören, in Milchsäure und diese wiederum in Buttersäure.

Die Ansichten über die Gährung sind bekanntlich getheilt; *Liebig* hält sie für einen mechanischen, *Pasteur* für einen physiologischen Process. Nach *Liebig* werden die Molecüle des gährungsfähigen Stoffes (des Zuckers) durch den ununterbrochenen Stoffwechsel der Hefen gleichsam in Mitleidenschaft gezogen; die sich stets verändernden Hefezellen sind nach ihm im Stande, ihre eigene molecüläre Bewegung auf die Zuckermolecüle zu übertragen. Nach *Pasteur* wird dagegen der Zucker durch den Lebensprocess der Hefezellen zersetzt, er dient ihnen als Nahrung und wird schliesslich von ihnen als Alkohol und Kohlensäure ausgeschieden.

Die Natur des Fermentes bedingt die Art des Zerfallens gährungsfähiger Körper; man unterscheidet hiernach die Weingährung, Milchsäuregährung und schleimige Gährung.

1) **Weingährung.** Ueberlässt man einen klaren zuckerhaltigen Pflanzensaft unter Luftzutritt bei einer Temperatur von 20—24° und bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Substanzen sich selbst, so wird er zunächst trübe, entwickelt Kohlensäure unter Erwärmung und bleibt je nach der Temperatur, dem Gehalte an Zucker und der Natur der stickstoffhaltigen Substanzen so lange in Zersetzung begriffen, als noch Zucker vorhanden ist.

Nach Beendigung der Kohlensäureentwicklung scheidet sich je nach der Temperatur eine bis dahin suspendirte Substanz, die Hefe, entweder nach oben (Oberhefe) oder nach unten (Unterhefe) aus der Flüssigkeit aus, welche jetzt klar erscheint und statt des Zuckers neben Weingeist die höheren Alkohole (Fusel), aber auch noch Glycerin und Bernsteinsäure enthält.

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2.$$

Bringt man eine solche Hefe bei derselben Temperatur in eine frische und reine Zuckerlösung, so zerfällt der Zucker unter Bildung derselben Producte bis zu einem bestimmten Grade. Enthält die Zuckerlösung auch Proteinstoffe, so kann eine geringe Menge Hefe jede beliebige Quantität Zucker in Alkohol und Kohlensäure verwandeln.

Die Weingährung erfolgt stets unter dem Einflusse der Lebensthätigkeit der Hefezellen (Bierhefe, Torula cerevisiae Blondeau), mag man der zuckerhaltigen Lösung die Bierhefe zusetzen oder in derselben entstehen lassen, wenn die Verhältnisse der Flüssigkeit dieses gestatten. Bevor die Gährung beginnt, entwickeln sich stets Pflanzenkeime in der gährungsfähigen Flüssigkeit. Gewöhnlich findet man neben Torula cerevisiae auch noch Penicillium glaucum.

Der Saft von Trauben und andern Früchten gährt nur bei Luftzutritt, was bei mit Hefe versetzter Zuckerlösung nicht nothwendig ist. Meistens haben gährende Substanzen das Bestreben, der Luft und andern Körpern den Sauerstoff zu entziehen: der Gährungsprocess ist deshalb nur bei fortwährendem Luftzutritt möglich.[7]

2) **Milchsäuregährung.** Wird eine Zuckerlösung mit faulenden Proteinstoffen (altem Käse) bei 30—35° stehen gelassen, so entsteht nach einigen Tagen ebenfalls eine Gährung, aber der Zucker zerfällt hierbei grade auf in Milchsäure ($C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$). Die Gährung hört alsdann auf, weil die freie Milchsäure der Gährung entgegenwirkt; wird jedoch die freie Milchsäure, sobald sie sich bildet, neutralisirt, was man durch Zusatz von Kreide zum Gährungsgemisch erreicht, so vergährt der Zucker vollständig. Hierbei bleibt jedoch der Process nicht stehen, sondern es wird die entstehende Milchsäure unter Wasserstoff- und Kohlensäureentwicklung in Buttersäure übergeführt, so dass man nebst milchsaurem Calcium stets buttersaures erhält.

$$2C_3H_6O_3 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 4H.$$

Auch bei der Milchsäuregährung entsteht ein hefeartiger Pilz, welcher sich nach vollendeter Gährung als grauer Niederschlag am Boden des Gefässes absetzt; er besteht aus kleinen Kügelchen, welche kleiner als die der Bierhefe sind und theils einzeln, theils in Klumpen vorkommen. Die Milchsäurehefe (Penicillium glaucum) ist im Stande, in reiner Zuckerlösung eine Milchsäuregährung bis zu einem gewissen Grade zu erzeugen, in proteinhaltiger Lösung dagegen jede beliebige Menge Zucker in Milchsäure überzuführen. Tritt in proteinhaltigen Säften eine freiwillige Gährung ein, so ist dieselbe bald Milchsäuregährung, bald Weingährung, meistens beides zugleich. Schwach alkalische Flüssigkeiten begünstigen die Entwicklung der Milchsäurehefe, schwach saure dagegen die der Weinhefe.

3) **Schleimgährung.** Zuweilen geht Rohrzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Substanzen an der Luft in Schleimgährung über; es entwickelt

sich hierbei neben Kohlensäure und Wasserstoff Mannit ($C_6H_{14}O_6$), ein eigenthümliches Gummi und eine schleimige Materie. Die Schleimhefe besteht aus rosenkranzartigen Kugeln von 0,0012—0,0014 Mm. Durchmesser und bewirkt in eiweisshaltigen Zuckerlösungen ein Zerfallen des Zuckers in Mannit, Kohlensäure und Gummi. Frischer Rübensaft wird an der Luft schleimig und enthält alsdann Mannit, Gummi, Milchsäure und unkrystallisirbaren Zucker.

Setzt man den frischen Saft der Mohrrübe einer Temperatur von 30—40° aus, so verwandelt sich der in ihm enthaltene Rohrzucker in Traubenzucker, Mannit, Milchsäure und in ein dem arabischen Gummi isomeres Gummi.

Viele Umstände vermögen die Gährung im Allgemeinen zu hindern. Hieher gehören: die Abhaltung der Luft, grosse Trockenheit, Frostkälte, Siedhitze und antiseptische Mittel. In welcher Weise diese Wirkung erfolgt, lässt sich, je nachdem man der einen oder andern Gährungstheorie huldigt, verschieden erklären; so kann man die verhinderte Gährung entweder durch Abhaltung des Sauerstoffs oder der in der Luft verbreiteten organisirten Keime erklären. Die Hitze wirkt entweder so, dass sie alle Fermente ähnlich wie das Albumin verändert, welches als coagulirtes der Gährung oder Fäulniss nur sehr schwer unterliegt, oder dass sie die Keime und Sporen tödtet. Antiseptische Mittel wirken entweder chemisch durch Wasserentziehung, Zersetzung des Ferments, Sauerstoffentziehung oder Tödtung der organisirten Mikrozoën.

Für das praktische Leben haben alle Pilze eine grosse Bedeutung und in sofern noch ein wichtiges sanitäres Interesse als sie entweder die Luft verbessern oder verschlechtern. Was z. B. die Schimmelpilze betrifft, so verhalten sie sich nach de Bary zur Hefe wie Verwesung zum Gährungsprocess.[8]) In der That bemerkt man auch beim Auftreten der Schimmelpilze eine Beschleunigung der Verwesung, indem sie die Zurückführung der todten Substanz in ihre Bildungsstoffe zu befördern vermögen. Das Pilzfell, welches auf der Kartoffel- und Fruchtbranntwein-Schlempe sich entwickelt, ist sogar ein mächtiges Absorbens für Schwefelwasserstoff.

Die Abfälle bei der Extractbereitung aus Pflanzen hauchen, wenn sie in Fäulniss übergehen, höchst stinkende Effluvien aus; sie liefern aber einen ganz besonders günstigen Boden für Schimmelbildung, womit alsdann der Geruch aufhört und die ganze Masse allmählig zerbröckelt. Dasselbe ist bei Krapp und den Farbhölzern in Färbereien der Fall. In ähnlicher Weise wirken grüne Algen auf Wasser, welches mit zersetzten organischen Substanzen verunreinigt ist, durch Beförderung des Verwesungsprocesses verbessernd ein, gerade wie manche im Wasser lebende Infusorien (die Navicula- und Gallionella-Arten, so wie Chlamidomonas pulviculus) als Sauerstoffs-Entwickler zu betrachten sind und deshalb den Uebergang der Fäulniss in Verwesung befördern. Ganz besonders liefern Stärkemehl, die Cellulose und die Amylaceen überhaupt einen günstigen Boden für viele Pilze; es ist bekannt, dass in Stärkemehlfabriken die feuchten Fenster sich sehr bald mit einem Ueberzug von grünen Algen bedecken. Wenn ferner die Leinwand feucht zusammengelegt wird und längere Zeit liegen bleibt, so nennt man sie verstockt, d. h. sie wird mürbe und unterliegt dem Verwesungsprocesse bei gleichzeitiger Pilzbildung; auf dieselbe Weise wird Baumwolle und Wolle verstockt. Sind Leinwand, Wolle oder Baumwolle mit Krankheitsstoffen inficirt, so kann man sicher sein, dass das Contagium während des Verstocktseins, d. h. während der Pilzbildung, zerstört worden ist. Alle höheren Pilzformen verschlechtern die Luft, indem sie den Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; am nachtheiligsten wirkt in dieser Beziehung der Hausschwamm, welcher in allen Wohnräumen die für die Respiration zuträgliche Luft vermindert. In unterkellerten Räumen entwickelt sich der Hausschwamm selten; wo Kellerräume nicht anzubringen sind, müssen deshalb hohle Räume unter den Fussböden angelegt werden, welche durch Züge mit

dem Schornstein oder durch kleine, mit verschliessbaren Rosetten versehene Canäle mit der äusseren Luft in Verbindung stehen. Der Boden unter den Dielen ist mit trockenem Sande zu bestreuen; die Lagerhölzer müssen von Eichenholz und mit Zinkchlorid imprägnirt sein und dürfen nicht bis an die Mauer stossen.

In faulenden Kartoffeln und Rüben kommt eine Pilzbildung vor, welche eine so vermehrte Kohlensäure-Entwicklung veranlassen kann, dass das unvorsichtige Betreten von verschlossen gewesenen Gruben, in welchen solche faulende Vegetabilien lagern, Asphyxie und Tod zur Folge haben kann. —

Die Parasitenthiere hat man bekanntlich schon zu verschiedenen Zeiten zur Erklärung der Entstehungsweise vieler Krankheiten benutzt. Die Hypothese, dass namentlich epidemische Krankheiten durch das Eindringen sehr kleiner thierischer oder pflanzlicher Wesen oder deren Keime in den Thierkörper entständen, ist sehr alt und finden sich Andeutungen davon schon bei den römischen Autoren Varro und Columella. Nach der Entdeckung der Infusorien durch Leuwenhoek gewann diese Ansicht einen günstigen Boden, bis sie sich in der neueren Zeit immer mehr zu der Lehre vom Contagium animatum ausgebildet hat. Die Ursachen der epidemischen Krankheiten sollen demnach specifischer Natur sein und die Specificität der Ursachen in eigenthümlichen, verschiedenen Organismen beruhen.[9])

Dass bei verschiedenen Krankheiten bestimmte Pilzformen vorkommen, ist eine sichere Thatsache; in vielen Fällen bleibt es aber noch fraglich, ob der Pilz die Ursache oder nur die Folge der Krankheit ist, ob der Pilz die Krankheit einleitet oder nur zufällig den für seine Entwicklung günstigen oder nothwendigen Boden findet. Alle diese möglichen Vorkommnisse sind in den concreten Fällen noch festzustellen, um zur endgültigen Entscheidung hierüber zu gelangen.

Die Ansicht, dass die Contagien wie ein Ferment wirken, ist ebenfalls nicht neu und wurzelt schon in den Lehren des van Helmont und Sylvius. Die gegenwärtig namentlich in England beliebte Bezeichnung der Infectionskrankheiten als zymotische beruht ja auch auf der Gährungs- oder Fermenttheorie; diese schien durch Liebig's Forschungen über Gährung eine naturwissenschaftliche Grundlage zu gewinnen.

Jedenfalls ist es zweifellos, dass der Gährungsprocess im lebendigen Organismus ein anderer sein wird, als in der Retorte. Wenn die Chemie wenigstens 40 Arten von Gährungen unterscheidet, so werden sich im Organismus die verschiedenen Gährungsarten mit ihren Modificationen gewiss noch auf eine grössere Anzahl belaufen; wahrscheinlich entstehen auch mehrere „Gährungsprocesse" zu gleicher Zeit. Es kann sich hierbei nur um ein Bild handeln, in dem die Mitwirkung des thierischen Organismus die verschiedenen Modificationen bedingt. Diese Mitwirkung ist nach der Aufnahme der Noxe für die Entwicklung der Krankheit wesentlich; denn wenn man auch der Parasitentheorie huldigt, wird man nicht annehmen können, dass der Parasit selbstständig und unabhängig vom Organismus sich entwickle.

Man kann annehmen, dass ein gesunder Organismus vorherrschend Oxydationsproducte erzeugt, wobei Spaltungs- und Reductionsprocesse in den Hintergrund treten; Spaltungsvorgänge ohne Mitwirkung der Oxydation dürften dem thierischen Leben stets feindlich sein. Bei den vielfachen physiologischen Vorgängen während des Lebensprocesses spielt der Oxydationsprocess die wich-

tigste Rolle. Die ergiebige Benutzung des Sauerstoffs ist daher schliesslich die wichtigste Lebensbedingung und die schrankenlose Wirkung des Sauerstoffs das Mittel, um die Luft in dem für das Leben nothwendigen Zustande zu erhalten und Krankheitsstoffe in derselben zu tilgen. Dem oxydirenden Einfluss des Sauerstoffs unterliegen sowohl die Schizomyceten oder Mikrozoën als auch sonstige Fäulnissproducte, und sicher ist es, dass in diesem Puncte die verschiedenen Ansichten sich einigen, mag man der Parasiten- oder Gährungstheorie huldigen; denn die verschiedenen Bestrebungen, Contagien und Miasmen zu zerstören, werden in der ungehinderten Herrschaft des Sauerstoffs gipfeln.

Abschluss des Sauerstoffs. Wenn man vegetabilische oder thierische Substanzen vor freiwilliger Zersetzung schützen will, so schliesst man den atmosphärischen Sauerstoff von denselben ab. Schon in den ältesten Zeiten bewahrte man Früchte in Oel auf, wovon noch die heutigen Ausgrabungen von Herculanum und Pompeji Zeugniss ablegen. Zu demselben Zwecke bestreicht man Eier mit Fett oder taucht sie in Kalkmilch ein. Die Industrie der Conserven hat in der neuesten Zeit einen grossen Umfang erreicht und die Kunst, Gemüse, Früchte und Fleischspeisen in frischer Beschaffenheit zu erhalten, übt einen sehr wohlthätigen Einfluss auf unsern Haushalt aus.

Man hat verschiedene Methoden benutzt, um die verschiedenen Bedingungen zu erfüllen, welche eine Zersetzung der organischen Stoffe resp. die Einwirkung des Sauerstoffs auf dieselben verhüten; hierbei kommt es ausser der Abhaltung der Luft auch noch auf das Fernhalten der Fermente und des Wassers an.

Hiernach kann man folgende Methoden unterscheiden: 1) Zerstörung sämmtlicher Fermente durch Siedhitze und Abhaltung der atmosphärischen Luft resp. der Sporen und Pilze (nach der Parasitentheorie). Das *Appert*'sche Verfahren[10]) besteht darin, dass man die Gemüse oder Fleischspeisen nach der gewohnten Methode zubereitet, Büchsen aus Weissblech damit füllt, dieselben mit einem Deckel in der Weise verlöthet, dass man zum Entweichen der durch die Wärme ausgedehnten Luft eine kleine Oeffnung lässt und alsdann die Gefässe einige Stunden lang in einem mit Wasser gefüllten Kessel einer Hitze von 100° C. aussetzt. Während der Erhitzung löthet man die offen gelassene Stelle zu. Das sicherste Zeichen für den hermetischen Verschluss ist die concave Einbiegung der beiden Böden.

Es fallen häufig kleine Partikelchen der Löthung in die Speisen; wenn auch der geringe Bleigehalt derselben bei der späteren Zubereitung der Speise kaum zur Geltung kommen kann, so ist ein solches Ereigniss doch möglichst zu vermeiden. *Jones* bringt auf die betreffenden Büchsen ein kleines Röhrchen und setzt dieses, während die gefüllten Büchsen in kochendem Wasser stehen, mit einem Raume in Verbindung, aus welchem die Luft ausgetrieben worden. Die Speisen brauchen dann nicht einer zu hohen Temperatur ausgesetzt zu werden, so dass namentlich Fleisch Geschmack und Farbe besser behält.

Mayer[11]) empfiehlt die Erwärmung der Früchte und Fruchtsäfte durch Wasserdampf bis zu 84° C, wodurch nicht bloss das Ferment zerstört, sondern bei Vegetabilien auch das Wachs flüssig gemacht wird, welches ein Zusammenkleben der Stoffe und dadurch Schutz vor der atmosphärischen Luft gewährt.

Hiernach leuchtet ein, wie verwerflich die Methode der Fleischer ist, Kalb- und Hammelfleisch mittels eines Blasebalgs aufzublasen, weil dadurch noch mehr Sauerstoff zugeführt und die Zersetzung befördert wird; geschieht dies Aufblasen mit dem Munde, so ist diese Procedur ekelhaft und sollte polizeilich verboten werden.

2) Conservirung durch Kälte. Zu jeder Art von Fäulniss ist ein gewisser Wärmegrad erforderlich; am meisten wird sie durch eine warme Luft von 20—25° R. befördert. So wie die Siedhitze die Fermente zerstört, so verhütet auch Frostkälte die Fäulniss, wie wir im täglichen Leben beobachten. Im Sommer benutzt man die niedere Temperatur des Kellers oder die bekannten Eisschränke, um Fäulniss von unseren Nahrungsmitteln abzuhalten

3. Conservirung durch einfache Abhaltung der atmosphärischen Luft. Hierher gehört das älteste Verfahren, wonach man Früchte in Oel legt, welches nicht leicht ranzig wird, z. B. gutes Olivenöl; bei den Früchten kann der Stiel frei

bleiben, damit eine gewisse Abdunstung der Flüssigkeiten möglich ist. Geschmolzenes Paraffin hat sich für diesen Zweck nicht bewährt. Petroleum, Benzin, Naphtalin, Glycerin etc. können in ähnlicher Weise durch Abhaltung der atmosphärischen Luft wirken, eignen sich aber nicht zum Aufbewahren von Speisen. Das Einschmelzen von Fleisch, namentlich von gebratenem, in Fett ist ein bekanntes Conservirungsmittel. Eier legt man in Häcksel, Sägespäne etc., um die atmosphärische Luft abzuhalten; das Einlegen derselben in Kalkwasser soll ihnen einen unangenehmen Geschmack verleihen.[12])

Beim Einmachen der Früchte in Zucker löst sich derselbe in dem wässerigen Safte, welchen er aus den Früchten auszieht und verwandelt sich dadurch in einen dicken Syrup, welcher keiner Gährung fähig ist und die atmosphärische Luft abschliesst. Sehr gut ist es, die dafür bestimmten Gefässe auszuschwefeln, weil alsdann, grade wie beim Schwefeln des Weins, der atmosphärische Sauerstoff durch die schwefelige Säure gebunden wird.

Nach der Parasitentheorie hemmt jede Säure die Pilzvegetation. Gasarten, welche die Verbrennung nicht unterhalten, wie Kohlensäure und Ammoniak, eignen sich auch zur Conservirung von thierischen und vegetabilischen Stoffen, wahrscheinlich durch Abhaltung des Sauerstoffs. Für Pflanzenstoffe nnd gegohrene Flüssigkeiten empfiehlt sich besonders die Kohlensäure; so kann man auch Milch längere Zeit aufbewahren, wenn man sie erst sieden lässt, alsdann mit Kohlensäure schwängert und zuletzt in Flaschen hermetisch verschliesst.

4. Conservirung durch einfache Wasserentziehung.

Das Trocknen und Dörren der Früchte an der Luft oder in Trockenstuben bei allmählig einwirkender Wärme ist das bekannteste Verfahren.[13]) *Masson*'s Methode besteht in dem Trocknen der Pflanzen bei mässiger Temperatur (28—30° R.) in einer Trockenstube, bis das überschüssige Wasser, welches die Fäulniss der Pflanzenstoffe befördern würde, entfernt ist; schliesslich werden sie mittels der hydraulischen Presse stark zusammengedrückt. Hierher gehört auch die condensirte Milch, welche namentlich auf grossen Reisen sehr zweckmässig ist, zur künstlichen Ernährung der Neugeborenen sich aber weniger eignet. In England kommt ein getrocknetes Fleischpulver unter dem Namen Pemmican vor, welches vielfach zur Verproviantirung von Seeschiffen benutzt wird; auch der berühmte *John Franklin* hatte solches bei der Nordpolexpedition an Bord. *Roberton*'s Extract of beef stellt ein feines hellbraunes Pulver dar.

Bei der Wasserentziehung ist zu beachten, dass auch die Eiweisskörper des Fleisches oder der Vegetabilien im ausgetrockneten Zustande durch die Einwirkung des Sauerstoffs nicht verändert werden; dieselben trocknen bei einer Temperatur von 48° R. aus, ohne zu coaguliren, zeigen aber später in kaltem Wasser wieder ihre frühern Eigenschaften. Das zu trocknende Fleisch wird gewöhnlich mit Kochsalz und Salpeter eingerieben, um zuvor das in den eiweisshaltigen Säften gebundene Wasser aufzunehmen und das Eiweiss durch Entziehung eines Theiles des Wassers mehr vor Fäulniss zu schützen. Auch durch vorheriges Behandeln des Fleisches mit heissem Wasser wird Gerinnung des Eiweisses und theilweise Abscheidung des Wassers bewirkt. Das blosse Austrocknen des Fleisches wird nur unter besonders günstigen Umständen die Fäulniss abhalten. Das Einpökeln des Fleisches schützt ebenfalls durch Entziehung des Wassers vor Fäulniss; die entstehende Salzlake enthält aber auch einen bedeutenden Antheil an Eiweiss und Kreatin, wodurch ein Theil der Nährkraft des Fleisches verloren geht.

Der Alkohol wirkt in gleicher Weise durch Entfernung des zur Fäulniss thierischer Substanzen nothwendigen Wassers fäulnisswidrig und ausserdem durch allmähligen Uebergang in Essig, wenn er den vorhandenen Sauerstoff aufnimmt; so beruht auch die fäulnisswidrige Wirkung des Aethers auf der Wasserentziehung.

Gebraucht man Essig zum Einmachen der Früchte, so entzieht er denselben einestheils das Wasser und hält anderntheils die Oxydation der Früchte auf, geht aber selbst allmählig in Wasser und Kohlensäure über und schützt durch seine eigene Umwandlung die Früchte vor der Einwirkung des Sauerstoffs. – Die in England auf diese Weise eingemachten Früchte, worunter das sogenannte Mixed pickle am bekanntesten ist, sind fast immer kupferhaltig, weil bei der Bereitung kupferne Gefässe gebraucht werden.

Wird Fleisch in Essig gelegt, so gelangt das Eiweis zur Coagulation; ähnlich wirkt Milchsäure fäulnisswidrig ein, weshalb sich Fleisch in saurer Milch sehr gut erhält.

5) Conservirung durch Erzeugung einer organischen Säure. Beim Einmachen der Gemüse wird der in denselben enthaltene Zucker in Milchsäure übergeführt, welche alsdann der organischen Substanz gegenüber schützend auftritt. Beim Einmachen der Bohnen, des Sauerkrauts und der Rüben erzeugt sich als Nebenproduct stets Baldrian-, Butter- und Propionsäure; sind die Vegetabilien schwefel-

haltig, so entwickelt sich auch Schwefelwasserstoff, welches vorzugsweise bei Rübstielen und Bohnen, weniger beim Sauerkraut der Fall ist.

Bei eingemachten Gemüsen überzieht sich fast immer der Pökel mit einer Schimmelhaut, wodurch sämmtlicher Geruch verschwindet; beseitigt man dieselbe, so werden die verschiedenen organischen Säuren exhalirt, und dies hört erst dann auf, wenn sich diese schützende Decke der Pilzvegetation wieder gebildet hat.

6) Conservirung durch Räuchern. Das Räuchern beruht auf der Imprägnirung des Fleisches mit dem im Rauche enthaltenen Kreosot; man reibt das Fleisch vorher mit Salz ein und hängt es in Rauchkammern auf. Der Rauch von den Beeren und dem Holze des Wachholders ist der beste und theilt dem Fleische ein eigenthümliches Aroma mit: Rauch von Buchen- und Eichenholz ist besser als der von Tannen- oder Fichtenholz. Man bindet das Fleisch in Leinwand ein oder bestreut es vorher mit Kleie, um das Anhängen von Russ an dem Fleisch zu verhüten.

Denselben Zweck kann man erreichen, wenn man das Fleisch einigemal mit Holzessig bestreicht und alsdann in der Luft zum Trocknen aufhängt; es trocknet aber hierbei häufig stärker aus als beim Räuchern. Wahrscheinlich wird eine Atmosphäre, welche Kreosotdampf enthält, dasselbe leisten, da die fäulnisswidrigen Eigenschaften des Rauches und des Holzessigs doch nur auf dem Kreosotgehalt beruhen; jedenfalls hat das Räuchern einen entschiedenen Vortheil vor dem Einpökeln, da dabei Nichts von den nahrhaften Bestandtheilen des Fleisches verloren geht.

Kreosot verleiht dem Fleische eher einen unangenehmen Beigeschmack; es verdient daher der Vorschlag von *Krönig* Beachtung, welcher zu 30 Grm. Kochsalz nur 1 Tropfen Kreosot zusetzt. Vermischt man 1 Th. dieser Mischung mit 1000 Th. gehacktem, von Fett befreitem Fleisch und hüllt dasselbe in natürliche oder künstliche Därme, so soll sich dasselbe vortrefflich conserviren.[14]

7) Conservirung durch chemische Stoffe. Pikrinsäure, Pflanzenalkaloide, wie Chinin, Strychnin, ferner Opium u. s. w. halten die Fäulniss thierischer Körper kräftig auf, was auch in Bezug auf Vergiftung beachtungswerth ist. Aehnlich verhält es sich mit den unterschwefligsauren, schwefligsauren Salzen, dem salzsauren Barium, Zinksulfat, Alaun, Sublimat und Arsenik, Substanzen, welche bekanntlich zur Erhaltung menschlicher Leichname vielfach in Anwendung kommen.

Im Norden, namentlich Schweden, wird die Borsäure, Aseptin, als ein sehr wirksames Mittel gerühmt und besonders zur Conservirung der Milch und des Fleisches sehr häufig benutzt.[15]) Ein Gemisch von Borsäure und Alaun zu gleichen Theilen nennt man doppeltes Aseptin und bezweckt dadurch Aufhebung der das äussere Ansehen des Fleisches schädigenden Einwirkung des Eichenholzes der Fässer, welche zum Transport dienen. Von nicht geringer Bedeutung scheint die Salicylsäure zu werden (s. diese).

Es ist hier nothwendig, auf die Conservirung und Behandlung des Getreides näher einzugehen, denn kein materielles Interesse steht höher als die Sorge um das tägliche Brot, welches neben dem Fleische den ersten Rang unter den Nahrungsmitteln einnimmt. Die Pflanzen, welche unser Brot liefern, haben auch insofern den höchsten Werth, als sie den Menschen fast nach allen Zonen hin begleiten, sich überall acclimatisiren und mit Erfolg anbauen lassen.

Was zunächst die Conservirung des Getreides betrifft, so fällt gegenwärtig das lästige Umschaufeln des Getreides weg, wodurch man früher dasselbe vor Insektenfrass, Feuchtigkeit u. s. w. schützen musste; man bedient sich statt dessen einer systematischen Ventilation des Speichers oder einer Drainage des Getreides, um die hinreichende Austrocknung desselben durch den reichlichen Zutritt der frischen Luft zu bewirken. In einzelnen Gegenden wird durch sogen. Silos, geschlossene Räume unter oder über der Erde, das Getreide conservirt, indem man dadurch alle Feuchtigkeit der Luft abzuhalten sucht.[16])

Das Sieben und Messen des Getreides erzeugte früher sehr viel Staub und gab es wenig Sieber oder Fruchtmesser, welche nicht an chronischem Lungenkatarrh litten, während die damit verbundenen körperlichen Anstrengungen nicht selten die Ausbildung von Hernien veranlassten. Gegenwärtig wird durch zweckmässige mechanische Einrichtungen an Zeit und Mühe gespart und der Nutzen, welcher hieraus den Industriellen erwächst, kommt auch der Hygiene zu Gute.

Die Behandlung des Getreides auf Mühlen ist Jahrtausende lang dieselbe geblieben und erst langsam vervollkommneten sich die zum Mahlen dienenden Werkzeuge. Lange Zeit war das einfache Schroten des Getreides die wichtigste Manipulation, bis man später zur Trennung der Kleie vom Mehle überging und neuerdings ein Mühlensystem geschaffen hat, welches auf eine eclatante Weise beweist, wie vortrefflich sich hygienische und industrielle Zwecke vereinigen lassen. Amerika, England und Belgien haben vorzugsweise das alte Mühlensystem gründlich erschüttert und die sinnreichsten Maschinen eingeführt.

Die erste Vorbereitung beim Mahlen besteht in der Reinigung des Getreides. Dasselbe geschieht in einer aufrecht stehenden Trommel aus gelochtem Blech oder einem Drahtgewebe, in welcher sich eine mit Flügeln versehene Welle rasch umdreht. Das hineinfallende Getreide wird von den Flügeln gefasst, an den Mantel geschleudert und durch einander gerieben; der dabei abgeriebene Schmutz u. s. w. dringt in einer förmlichen Staubwolke durch die Ritzen oder Oeffnungen der Trommel heraus. Um die Arbeiter aber vor diesem in Mund, Nase und Lunge eindringenden Staub zu schützen, wird der ganze Apparat mit einem dichten Mantel umgeben, welcher oben eine Röhre hat, die in eine zweite Kammer einmündet; hier befindet sich ein Saugapparat, welcher allen Schmutz und Staub fortsaugt und in dieser zweiten Kammer niederfallen lässt. Alsdann bewirkt die Auslieferungsmaschine (Tireur) die Entfernung der Wicken, Raden und runden Körper, um schliesslich das Getreide noch einer Puhlmannschen oder Sec'schen Reinigungsmaschine zu unterwerfen; häufig sind diese Maschinen zu einem System verbunden.

Aus der Reinigungskammer gelangt das Getreide mittels eines nach dem Princip der Baggermaschine construirten und in einer geschlossenen Röhre sich bewegenden Elevators (Noria, Jacobsleiter) nach der sogenannten Kornschnecke*), welche das Getreide zunächst zu den Quetschwalzen bringt, um namentlich den Weizen mässig zu drücken; häufig wird er auch direct in den Behälter über die Schrotgänge geführt. Der Schrot wird mittels des Elevators gehoben und in die Kühlstöcke (Hopperboy's **) geführt, welche ihn auf die Mehlcylinder vertheilen; von dem Mehlcylinder geht er direct auf die Griessortirer (s. Hochmüllerei).

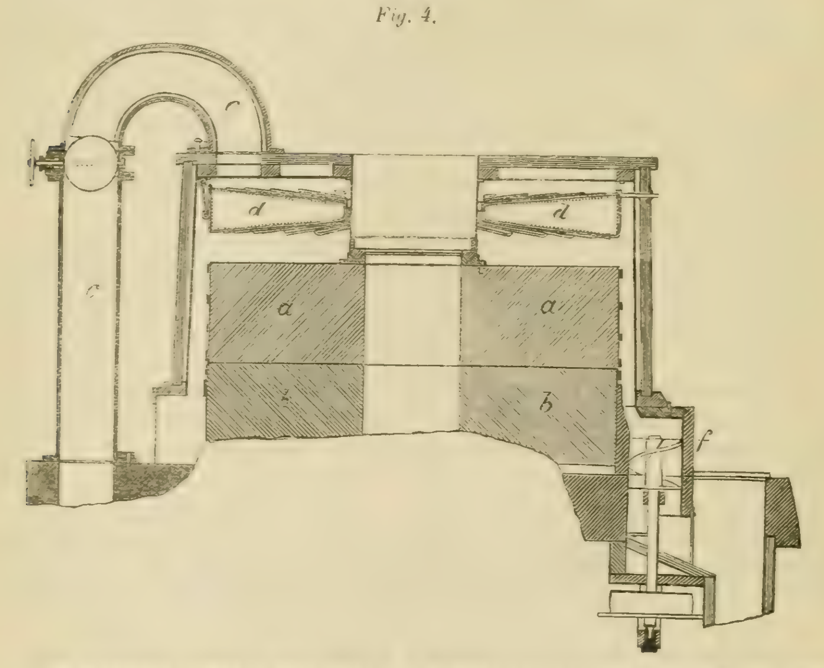
Es ist hierbei zunächst die Flachmüllerei und Hochmüllerei zu unterscheiden: bei der Flachmüllerei, der ältesten Methode, wird sowohl der Kern als die Hülse fein gemahlen, wozu man sich besonders der harten, fein und scharf gemachten französischen Steine, welche dicht aufeinander laufen, bedient. Hierbei wird das Mahlproduct ziemlich warm und muss deshalb durch Ventilatoren gekühlt werden. Die neueste Ein-

*) Schnecken heissen die nach dem Princip der Archimedischen Schraube construirten walzenförmigen Schrauben, welche sich ebenfalls in einem geschlossenen Gehäuse bewegen.

**) Der Hopperboy oder amerikanische Abkühler besteht aus einer in der Mitte einer Kammer senkrecht stehenden Achse mit zwei oder mehr etwa 3 Dm über dem Fussboden an ihr befestigten horizontalen Armen von 3—4 M. Länge; sie dreht sich langsam (etwa 5mal in der Minute) um. Kleine hölzerne, gegen die Länge schief gestellte Brettchen befinden sich unter den Armen und streichen mit dem unteren Rande über den glatten Fussboden, wodurch das Schrot nicht nur umgerührt, sondern auch von der Ausschüttungsstelle der Noria näher nach der Achse hin bewegt wird, wo es durch eine Oeffnung im Fussboden in die Mehlcylinder fällt; hierdurch verliert das Schrot nicht bloss Wärme, sondern auch Feuchtigkeit. Auf dieselbe Weise behandelt man auch das Mehl, welches aber in eine Metallröhre fällt und alsdann durch die Noria zur Beutelmaschine geführt wird. Wo aber der Ventilator wie in Fig. 4 zur Anwendung kommt, ist die Benutzung des Abkühlers nicht immer erforderlich.

richtung dieser Art findet sich in Fig. 4 abgebildet. *a* ist der befestigte Bodenstein, *b* der Läufer, welcher sich an einer senkrecht stehenden Achse in einer horizontalen Ebene umdreht. Beide Steine sind mit einem Gehäuse umgeben, in welches der Ventilator *c* einmündet und die Luft ansaugt. Damit nicht das Mahlgut, sondern bloss Luft in den Ventilator dringe, ruht ein Rahmen mit eingespanntem Tuche (*d*) über den Steinen. Auf diese Weise wird sowohl der Staubbildung, als auch der Erwärmung des Mahlgutes und der Kleisterbildung vorgebeugt. Bei *f* befindet sich eine senkrecht stehende Schnecke, welche das Mahlgut wiederum einem Elevator zuführt, mittels dessen es in die Sieb- und Beutelmaschine gelangt, wenn die Kleie von den Mehlsorten geschieden werden soll, was bisweilen auch noch durch die Bäcker geschieht. Wird die Kleie nicht geschieden, sondern mit verbacken, so erhält man das sogenannte Roggen- oder Schwarzbrot. Von der Beutelmaschine wird das Mehl durch Röhren in die Mehlkammer geleitet, wo das Mischen des Mehls mittels einer mit Stäben versehenen centrifugirenden Holzscheibe, welche in einem Gehäuse läuft und alle Staubwirkung verhütet, bewirkt wird. Das Mehl wird alsdann durch eiserne Röhren, wenn es nicht schon in der Beutelmaschine mittels einer hölzernen Schnecke direct einem solchen Mehlrohr zugeführt worden ist, nach unten in die Säcke geleitet; jedes Mehlrohr hat in seinem unteren Ende eine Klappe, welche man nach Belieben öffnet und schliesst. Auf diese Weise ist vom Anfange bis zum Ende des Mahlprocesses ein Verlust am Mahlgute oder irgend eine schädliche Staubbildung unmöglich.

Fig. 4.



Die Hochmüllerei (Weissmahlen, Mahlen von Gries) erfordert ein wiederholtes Mahlen des Getreides mittels harter, grob geschärfter und weit gestellter Mühlsteine. Beim ersten Mahlen, beim oben erwähnten Schroten, erhält man meistens gebrochene Körner (Graupen) und oberflächlich abgestossene Kleie. Das Mehl entfernt man durch Beuteln, während man die Mischung von Graupe und Kleie mit einer Sortirmaschine behandelt, wobei man leichte Kleie, noch nicht vollständig ausgemahlene Kleie, feine Mehlkörner (Griesmehl), grobes Mehl und Graupen erhält. Die letzteren Producte unterwirft man wiederum einem besonderen Mahlprocesse und verfährt auf dieselbe Weise wie vorher, bis das körnige Mehl eine hinreichende Feinheit erlangt hat. Es kommt als Griesmehl in den Handel oder man mahlt es noch zu ganz feinem Mehle (Weissmahlen), welches auch Kaisermehl genannt und namentlich in Wien und Paris zum Backen des feinen Brotes benutzt wird*).

*) *Ignaz Bauer*, gest. 1842 zu Leobersdorf bei Wien, ist der Erfinder der Hochmüllerei.

Bezüglich des Griesmehls ist noch zu bemerken, dass von 8 Gängen stets dieselben 6 Gänge zum Schroten bestimmt sind, während der siebente die guten (Vorschuss) und der achte die schlechten Griese ausmahlt; letztere liefern das sogenannte Mittelmehl. Das Mehl von den auf dem siebenten Gange ausgemahlenen guten Griesen vermischt sich unmittelbar bei dem Austritt aus dem Cylinder mittels einer Schnecke mit dem aus dem Schrot ausgebeutelten Mehle. Die geringen Griese, welche sich aus der Vermahlung des Schrotes ergeben, werden schliesslich noch durch die Cabanes'sche Griesputzmaschine gereinigt; die hierdurch erzielten Griese werden mit den guten Griesen vermahlen, während die übrig bleibenden zum Mittelmehl gelangen. Die fertigen Mehle laufen dann in die Mehlkammer, von wo aus sie eingesackt werden.

In ein neues Stadium scheint die ganze Müllerei gegenwärtig durch die Einführung von Wegmann's Porzellan-Walzenstuhl zu treten, wobei das Getreide nach geschehener Reinigung durch ein System von Walzen läuft, dessen Vortheile sich bis jetzt schon in der Vereinfachung der ganzen Müllerei, in der Beseitigung sämmtlicher Griesputzmaschinen, in der Erzielung eines grösseren Quantums hellen reineren Mehles und in der Unmöglichkeit, die Qualität desselben durch die Vermahlung zu verderben, herausgestellt haben.

Zu erwähnen sind noch die Schälmühlen, welche die Erhaltung der Gestalt der Getreidekörner bezwecken, wie dies beim Reis und bei den Graupen der Fall ist. Da es hierbei auf die Abscheidung der Hülsen oder Bastschichten ankommt, so heisst der ganze Process Schälen, welches besonders bei der Gerste und beim Reis, seltner beim Weizen vorgenommen wird. Nur von der faserigen Schale befreite, aber in ihrer Gestalt wenig veränderte Gerstenkörner heissen geschälte Gerste, Graupen; sind bei ihnen auch die Spitzen entfernt worden, so heissen sie Perlgerste, Perlgraupen.

Die Einrichtung der Schälmühlen stimmt im Ganzen und Grossen mit der der Mahlmühlen überein; nur ist der Läufer mit einem Behälter eingeschlossen, welcher inwendig mit Weissblech, welches eine Art Raspe darstellt, bekleidet ist. Der Zwischenraum zwischen Läufer und Bütte wird mit den Getreidekörnern ausgefüllt; durch die rauhe äussere Fläche des Läufers werden die Körner mitgeführt, übereinander und gegen die raspenförmigen Bleche geschoben, wodurch die Hülsentheile mehr abgerieben als abgeschält werden. Zur Entfernung der geschälten Körner dient eine Oeffnung in der Seitenwand der Bütte oder im Bodenstein; diese sowohl als auch die Oeffnung im Deckel der Bütte zum Eingeben der Körner sind mit Schiebern versehen, welche sich automatisch öffnen und schliessen, wenn der Läufer eine bestimmte Zahl von Umdrehungen gemacht hat. Damit die Körner nicht zwischen Läufer und Bodenstein gerathen, vermehrt man die Umdrehungsgeschwindigkeit der Läufer und bewirkt einen starken Luftstrom von der Mitte zur Peripherie dadurch, dass man die Kerben auf der unteren Fläche des Läufers tief aushaut. Die Mahlflächen der Mühlsteine werden bekanntlich mit Furchen, Einschnitten oder Rippen versehen (Hauschlag), wozu man sich in der Regel eines Hammers mit meisselförmig zugeschärften Enden von Stahl bedient. Gegenwärtig gebraucht man in den neueren Mühlen stets eine mit einem Diamant versehene Steinschärf-Maschine hierzu, wodurch die für die Müller höchst gefährliche Hauarbeit ganz umgangen wird; mit der Einführung dieser Maschine kann man einen grossen sanitären Fortschritt begrüssen. Die Zeichnung der Linien ist je nach dem Zweck, den man beim Mahlen erreichen will, verschieden.

Es ist häufig behauptet worden, dass Ausbesserungen der beschädigten Stellen an Mühlsteinen auch durch Eingiessen von Blei bewirkt würden; da das Blei während des Mahlens abgerieben und mit dem Mehl vermischt würde, so seien hierdurch beim späteren Genuss des Mehls Vergiftungen herbeigeführt worden. Sehr erfahrene und intelligente Müller stellen dies in Abrede, da es sehr unpraktisch sein würde, ein so weiches Metall hierzu zu wählen; fast ausnahmslos wird eine Mischung, deren Hauptbestandtheil Alaun ist, bei solchen Vorkommnissen benutzt.[17])

Je feiner die Sorten werden sollen, desto öfter wird das Schälen wiederholt. Damit Reis und Perlgerste glänzend erscheinen, werden sie noch polirt; dies geschieht wie das Schälen, nur wählt man zum Beschlage des äusseren Behälters des Läufers ein feines Drahtgewebe.

Um namentlich dem Reis eine bläuliche Farbe zu geben, werden die Körner beim Poliren mit einer Auflösung von Indigo in rauchender Schwefelsäure besprengt; eine Methode, welche in sanitärer Beziehung nicht zu empfehlen ist.

Wirft man einen Rückblick auf das ganze Mühlensystem, so wird man nicht verkennen, dass die Mühlenbesitzer immer mehr genöthigt werden, sich den Fort-

schritten desselben anzuschliessen. Je mehr dieselben sich aber geltend machen, desto mehr werden auch die hervorgehobenen gesundheitsschädlichen Einflüsse dieses Gewerbes schwinden.

Bei dem jetzigen Mühlensystem ist jedoch noch auf einen Umstand Rücksicht zu nehmen, welcher zu grossen Gefahren Veranlassung geben kann; geht nämlich ein Gang leer oder sind die Steine sehr dicht gestellt, so entstehen häufig Funken, welche eine geringe Menge des Mahlgutes entzünden. Das fortglimmende Mehl kann durch den Elevator befördert werden, ohne diesen zu beschädigen; ist es im Beutelkasten oder Exhaustorkasten angelangt, so wird der Luftzutritt und damit die Verbrennung sehr begünstigt; die Entzündung kann sich alsdann durch die ganze Mühle fortpflanzen und die Explosion derselben herbeiführen. Auch ist der Fall schon vorgekommen, dass sich der durch eine Erschütterung aufgewirbelte Mehlstaub an einer Solaröllampe ohne Cylinder entzündet hat; es ist daher der Gebrauch tragbarer Lichter in Mühlen zu vermeiden.

Das zum weitern Transport bestimmte Mehl muss möglichst trocken sein und ist daher einer besonderen Trocknung zu unterwerfen; wird ein solches Mehl noch mittels der hydraulischen Presse behandelt, so eignet es sich durch seine compendiöse Form namentlich für Kriegsproviant. — Die Verpackung des Mehls in Fässern wird vielseitig getadelt, weil es den sogenannten Fassgeruch annimmt, wobei der Kleber in eine lösliche Modification übergehen soll.

Behandlung des Mehls. Um das Mehl wohlschmeckender und verdaulicher zu machen, unterwirft man es in der primitivsten Form dem Anteigen, d. h. dem Mischen mit Wasser und dem spätern Erhitzen mit heissen Steinen, um das Stärkemehl in Kleister und die stickstoffhaltigen Bestandtheile in eine mehr assimilirbare Form zu verwandeln. Hierher gehören das ungesäuerte Brot der Juden (Passahbrot) und der Schiffszwieback. Erst später begegnet man dem angesäuerten Brote; wird nämlich das Mehl mit Wasser gemengt und sich selbst überlassen, so treten alle Stadien der Zersetzung wie bei einem Fruchtsafte ein. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile, die Proteïnstoffe, nehmen Sauerstoff auf und bilden ein Ferment; es tritt eine wahre weinige oder Alkohol-Gährung ein, welche aber bald in Essig- und Milchsäure-Gährung übergeht.*) Dabei bläht sich der Teig durch die Entwicklung von Kohlensäure auf (das Gehen des Teigs) und die vorherrschenden Säuren wirken lösend auf das Pflanzeneiweiss und die phosphorsauren Erden ein. Ein solcher sauer reagirender Teig heisst Sauerteig; derselbe beschleunigt als Ferment den Vorgang der sauren Gährung (Milchsäure-Gährung), wenn er frischem Teige zugesetzt wird.

Hemmt man diese beständig fortschreitende Zersetzung nicht, so wird der Teig weich (übergegangener Sauerteig), und schliesslich entsteht eine nach Butter-, Baldriansäure und Schwefelwasserstoff riechende schleimige Flüssigkeit, welche als Nahrungsmittel nicht verwendet werden kann. Zersetzungen dieser Art können aber, wie schon oben (S. 80) erwähnt worden, durch eine Hitze von 100° C. aufgehalten werden. Diese benutzt man auch beim gährenden Brotteige, indem man letztern in geschlossene, über die Temperatur des siedenden Wassers erhitzte Räume (Backöfen) bringt und so lange hier verweilen lässt, bis die ganze Teigmasse durch und durch eine Temperatur erhalten hat, welche den Gährungs- resp. Zersetzungsprocess aufhebt.

Während dieser Erhitzung geht das unzersetzte Amylum in Kleister und Dextrin über; die im Teige sich entwickelnde Kohlensäure wird durch die Wärme ausgedehnt, wodurch der Teig aufgetrieben und ausgedehnt wird (Aufgehen des Brotes), während der äussere Theil durch die hohe Temperatur ausgetrocknet und

*) Die Bemühungen, den hier auftretenden Alkohol zu verwerthen, haben noch zu keinem befriedigenden Resultate geführt.

einer Art von trockener Destillation unterworfen wird (Krustenbildung). Diese Manipulationen nennt man das Backen des Teiges und die dabei eintretenden chemischen Veränderungen desselben die Panification oder Brotbildung.

Dieser Vorgang erleidet in der Praxis unendlich viele Modificationen; diese bestehen hauptsächlich darin, dass man 1) die Kleie mehr oder weniger vom feinen Mehle trennt (Weissbrot) oder demselben zusetzt (Schwarzbrot); 2) dass man das Mehl der verschiedenen Samenarten mengt (gemischtes oder gemengtes Brot); 3) dass man das Getreide bloss schrotet und die ganze Masse verbackt (Schrotbrot); 4) dass man statt des Wassers Milch nimmt und dadurch den Nährwerth erhöht (Milchbrot); 5) dass man den Sauerteig durch Hefe ersetzt (Weissbrot) oder durch Amoniumcarbonat, nach *Liebig* durch Binatriumcarbonat und Salzsäure, nach *Horsford* durch saures phosphorsaures Calcium und Binatriumcarbonat das Aufgehen des Teigs erzielt; 6) dass man bezüglich des Backverfahrens eine ein- und zweimalige Wiederholung eintreten lässt (Zwie- oder Triback) [18]).

Beim mechanischen Betriebe der Bäckerei mit Einschluss der Luxusbäckerei (Conditorei) schleppen sich noch alte Gewohnheiten fort, welche nur langsam dem Fortschritt der Neuzeit weichen. Bäcker leiden nicht bloss durch den Mehlstaub, sondern auch durch körperliche Anstrengungen beim Anmengen des Teiges, sowie durch starken und plötzlichen Temperaturwechsel; der „Bäckerhusten" ist allgemein bekannt, während die vielfachen Verdauungsstörungen häufig mit einer unregelmässigen und unzweckmässigen Lebensweise zusammenhängen. Die bei Conditoren so häufig vorkommenden schlechten Zähne sind unzweifelhaft die Folge vom häufigen Genuss des Zuckers.

Der Mehlstaub beim Beuteln könnte auf das geringste Mass zurückgeführt werden, wenn der Verschluss des Mehlkastens ein ausreichender sein und nur einige Sorgfalt auf den Schutz der Respirationswege durch Vorbinden eines Tuches vor Mund und Nase verwendet werden würde. Die körperlichen Anstrengungen beim Teigkneten können durch die Maschinenkraft ersetzt werden, namentlich auch in solchen Gegenden, in welchen der Teig für Schwarzbrot durch Treten mit den Füssen bearbeitet wird; so sind z. B. in Frankreich einfache Kneter eingeführt, welche mit mehreren Armen versehen sind und durch ein Rad in Bewegung gesetzt werden; hierdurch wird derselbe Zweck wie durch die Hände des Arbeiters erzielt und auch den Anforderungen der Reinlichkeit mehr entsprochen.

Die Backöfen für grossartige Bäckereien gestatten einen fortwährenden Betrieb, wenn das Feuer in der Mitte des Ofens liegt und man den Gang der Flamme mittels Zügen regelt. Am meisten Verbreitung verdienen die rotirenden Backöfen schon deshalb, weil dabei nicht auf der Sohle des Backofens gebacken wird; sie sind kreisrund und in der Mitte des flachen Kreisgewölbes hängt eine Scheibe, welche denselben fast ganz ausfüllt und worauf man das Brot legt, so dass dasselbe nur einen Zoll hoch über dem erhitzten Boden schwebt und von der eigentlichen Gluth desselben nicht berührt wird.

Der neueste Fortschritt besteht in der Construction der Backöfen mit Heisswasserheizung, deren Vortheile neben der Ersparniss an Brennmaterial auch in sanitärer Beziehung hervorzuheben sind, da die strahlende Gluth des Feuers mit ihrer schädlichen Einwirkung wegfällt; es kommt hierbei nur auf eine solide Construction der Röhren an, damit nicht ein Zersprengen derselben stattfindet, wie dies schon vorgekommen ist.

Das Brotbacken. Das bis jetzt gebräuchliche Brotbacken verdient in sanitärer Beziehung insofern noch eine Beaufsichtigung, als nicht selten altes Holz, welches mit arsenikalischem, kupfer-, blei- oder zinkhaltigem Farbenanstrich versehen ist, zum Heizen des Backofens benutzt wird. Abgesehen davon, dass die hierbei entstehenden Holzkohlen die betreffenden basischen Metallsalze enthalten und bei ihrer anderweitigen Benutzung durch Ausbreitung metallischer Dämpfe schädlich einwirken, bleibt auch der Boden des Backofens mit diesen Oxyden mehr oder weniger bedeckt, weil sie specifisch schwerer als die Holzkohlen sind und daher durchfallen. Dadurch können auch die Backwaaren mit diesen Oxyden verunreinigt werden und konnte in einem concreten Falle deutlich nachgewiesen werden, dass an einem fertig gestellten Zwieback 0,05—0,1 Grm. zinkhaltiges Bleioxyd haftete. Solche Oxyde haben eine schmutzig-blassgelbe Farbe und unterscheiden sich wenig von der Farbe der Backwaaren; der Consument wird

daher um so weniger veranlasst, die Backwaare von dieser Verunreinigung zu befreien.

Bei Verwendung eines Holzes, welches einen Anstrich von Schweinfurter Grün hat, verflüchtigt sich ausserdem das Arsenik und lagert sich im Schornstein ab. Durch die Einwirkung der Kohle auf die Metalle in der Oelfarbe werden diese zuerst reducirt und durch die erhöhte Temperatur in Dampf übergeführt, welcher wiederum durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs eine Veränderung erleidet, so dass abermals Metalloxyde entstehen, welche meistens an den weniger heissen Theilen des Ofens sich niederschlagen und festsetzen. Beim Einschieben des Brotes in den Ofen werden durch den sich entwickelnden Wasserdampf die an seiner oberen Decke haftenden Metalloxyde zum Herabfallen gebracht; die schädliche Verunreinigung der Backwaaren mit denselben ist alsdann die natürliche Folge.

In einem Dorfe wurde der Gemeinde-Backofen mit einem Gartenzaun, der mit Schweinfurter Grün angestrichen war, geheizt; sämmtliche Brote wurden hierdurch vergiftet und zwar musste das Ereigniss in diesem Falle um so eher eintreten, als bei einem freistehenden Backofen die flüchtigen und giftigen Verbindungen sich leichter ablagern konnten als bei einem Ofen, der beständig in Betrieb ist.

Eine ebenso grosse Beachtung verdienen alte Eisenbahnschwellen, wenn sie zum Heizen der Backöfen benutzt werden. Es ist bekannt, dass sie früher noch häufiger als jetzt mit verschiedenen Metalllösungen imprägnirt wurden, um dieselben zu conserviren; werden sie verbrannt, so ist der mögliche Schaden durch die Beschaffenheit der zum Conserviren benutzten Metalle (Sublimat, Chlorbarium, Chlorzink, Kupfer- oder Zinkvitriol etc.) bedingt. Die schädlichsten Folgen hat der Sublimat, welcher sich als solcher verflüchtigt, während beim Chlorbarium Bariumcarbonat entsteht und die übrigen Metalle die entsprechenden Oxyde liefern.

Das Verfälschen des Mehls, welches in neuerer Zeit in grossartigem Massstabe betrieben wird, ist in sanitärer Beziehung von grosser Wichtigkeit; gewöhnlich geschieht es schon auf den Mahlmühlen, weil hier ein innigeres Mischen leichter ermöglicht ist. Die gewöhnlichen, geflissentlichen Zusätze bestehen, abgesehen von dem Mehle anderer und gemischter Getreidearten, in Schwerspath, Gips, Lenzin, Chinaklei, Aluminiumsilicaten, Magnesiumsilicat, Infusorienerde etc. Am häufigsten wird Schwerspath benutzt, so dass besondere Mühlen sich mit dem Mahlen des Schwerspathes nur zu diesem Zwecke beschäftigen.

Gewissenlose Bäcker setzen beim Anmachen des Teigs bisweilen Kupfervitriol, Zinkvitriol oder Alaun hinzu; mitunter kommen auch zwei dieser Substanzen vor. In Belgien benutzt man am häufigsten Kupfervitriol, welches einen grösseren Wasserzusatz gestattet und dadurch die Brotausbeute vermehrt; auch soll dadurch angegangenes Mehl noch verwerthet, eine schönere Krustenbildung erzielt, die weisse Farbe des Brotes erhöht und das Austrocknen mehr hinausgeschoben werden.

In einem concreten Falle kamen 3 Sorten von Weissbrod zur Untersuchung, welche aus Belgien stammten.

Der Aschengehalt betrug im Innern bei

			Zinkoxyd	Thonerde.
I.	2,01660%	mit	0,0350	0,0222.
II.	5,3662%	„	0,0311	0,0613.
III.	4,6990%	„	0,0309	0,0593.

Da gutes Weissbrot durchschnittlich 1,07—1,50% Asche enthält, so musste man schon aus dem hohen Aschengehalt einen Verdacht auf fremdartige Beimischungen schöpfen.[19])

Blauholztinctur soll den Alaun auf eine rasche Weise durch eine dunkelrothe oder purpurröthliche Färbung nachweisen. Unverfälschtes Brot wird dadurch nur strohgelb gefärbt. Bei $^1/_2$% Alaungehalt ist der durch die Tinctur bewirkte röthlich-gelbe Fleck mit einem blaugrauen Saum versehen. Mittels des Mikroskops erkennt man aber auf dem Fleck noch deutlich blaue Puncte; diese lassen sich auch noch bei ¼ % Alaun nachweisen, obgleich sich alsdann der graublaue Rand nicht mehr deutlich zeigt.

Verunreinigung des Mehls mit Mutterkorn. Um Roggenmehl auf Mutterkorn zu prüfen, hat *Böttcher* ein einfaches Verfahren angegeben: Man überschüttet eine Probe des betreffenden Mehls in einem Reagensgläschen mit dem gleichen Volumen Essigäther, fügt einige Krystallfragmente von Oxalsäure hinzu und erhitzt das Ganze vorsichtig einige Minuten lang bis zum Kochen; erscheint beim Erkalten die über dem Mehle stehende Flüssigkeit mehr oder weniger röthlich gefärbt, so war Mutterkorn im Mehle vorhanden.

Gemischte Mehlsorten. Schwierig ist die Unterscheidung der verschiedenen Mehlsorten in einem Gemenge. Abgesehen von der mikroskopischen Prüfung der Stärkemehlkörperchen ist hier noch die Beschaffenheit des Klebers (des Gemenges von Pflanzenfibrin, Pflanzenleim und Pflanzencasein) zu erwähnen, da er bezüglich der Beschaffenheit und Menge in den verschiedenen Mehlsorten differirt. Das Weizenmehl ist am reichsten an Kleber und lässt sich derselbe durch Auskneten mittels Wassers leicht darstellen. Je mehr er sich dehnen lässt, je mehr seine Farbe gelblichbraun erscheint, desto backfähiger wird sich der Weizen erweisen, so dass nach dem Urtheile der Praktiker es hierbei weniger auf die Quantität, als auf die Qualität des Klebers ankommt. Je mehr der Kleber kurz abreisst, desto weniger ist das Mehl als ein „gesundes" zu betrachten. Den Klebergehalt als Erkennnungszeichen für die verschiedenen Mehlsorten zu benutzen, unterliegt jedoch vielen Schwierigkeiten.

Im Roggenmehl hat der Kleber stets eine schleimige, schwärzliche, ungleiche und klebende Beschaffenheit. Der Kleber im Gerstenmehl ist schmutzig-röthlich und bildet korkzieherähnliche, trockene Stränge, während das Hafermehl einen schwärzlich-gelben und weiss punctirten Kleber zeigt. Wenn nun aber die verschiedenen Mehlsorten untereinander gemischt sind, so muss sich die Schwierigkeit, die Beschaffenheit des Klebers als diagnostisches Mittel zu benutzen, steigern. Einigermassen vermag noch die Menge des Klebers hierüber zu entscheiden, namentlich wenn es sich um die in Steuerangelegenheiten oft vorkommende Frage: ob Weizenmehl mit Roggenmehl vermischt ist, handelt.[20])

In sanitärer Beziehung ist die Vermischung des Weizen- oder Roggenmehls mit dem Bohnenmehle aus der Pferdebohne (Vicia faba) wichtiger, da hierdurch das Brot feucht und klebrig wird; dabei enthält dies Mehl eine stickstoffhaltige Substanz, welche leicht den Fäulnissprocess befördert und Ammoniakbildung zur Folge hat, weshalb das Brot auf dem Durchschnitt oft faulig riecht. Vermischt man die Krume mit Liq. Kal. caust., so entwickelt sich alsbald Ammoniak. Betupft man ein solches Brot mit einer Lösung von Pottasche und Aetzkali zu gleichen Theilen in 8 Th. destillirten Wassers, so erhält man einen intensiv braunrothen Fleck (beim Roggenbrot einen gelben, bei Buchweizenmehl einen braunen).

Die Beimengung dieses Mehls gestattet beim Anteigen noch einen Zusatz von 10% Wasser, wodurch auch eine Gewichtsvermehrung veranlasst wird. Nach den vorliegenden Erfahrungen hat schon ein Zusatz von 5% Bohnenmehl zum Getreidemehl eine nachtheilige Einwirkung auf die Verdauung zur Folge, namentlich treten leicht Durchfälle ein. —

Kehren wir zum Sauerstoff zurück, so ist noch zu erwähnen, dass man auch bei vielen andern Vorgängen im täglichen Leben darauf angewiesen ist, die Einwirkung des Sauerstoffs durch chemische Mittel aufzuheben; will man z. B. die in Schornsteinen entstehenden Brände rasch löschen, so gebraucht man dazu Schwefel, um dem Feuer den ihm zum Fortbestehen nothwendigen Sauerstoff zu entziehen. Wenn Schwefel mit blassblauer Farbe brennt, so erzeugt sich bekanntlich schweflige Säure. Um nun Schornsteinbrände rasch zu ersticken, lässt man im Schornstein eine Handvoll Schwefelfäden verbrennen; die sich entwickelnde schweflige Säure, welche in die Esse aufsteigt, mischt sich mit der Luft, wodurch alsdann dem Feuer die Nahrung resp. der Sauerstoff entzogen wird. Die Bucher'schen Feuerlöschdosen, welche aus Salpeter, Schwefel, Kohle und etwas

Eisenoxyd bestehen, haben denselben Zweck; das Eisenoxyd dient nur zur Färbung der Mischung, während der Salpeter den Sauerstoff zur Verbrennung des Schwefels und der Kohle liefert, so dass hier schweflige Säure und Kohlensäure zum Löschen des Feuers dienen.

Zufuhr von Sauerstoff bei technischen Vorgängen. Es ist nicht möglich, die verschiedenen Vorgänge in der Technik, welche eine Zufuhr von Sauerstoff erfordern, speciell aufzuführen.

Ausser der Heizung, Beleuchtung und Feuerung, welche an einem andern Orte zur Sprache kommen, ist hier nur die Rasenbleiche oder das Bleichen der Farben an der Luft zu erwähnen, da dieser Vorgang auf einem Oxydationsprocesse beruht. Leinwand oder Baumwolle ist gewöhnliche Holzfaser, welche entweder durch schon in der Pflanze enthaltene oder bei der Darstellung hinzugekommene organische Substanzen mehr oder weniger gefärbt ist. Benetzt man Leinwand oder Baumwolle mit Wasser und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so wird der Sauerstoff der das Zeug berührenden Luft sich vorzugsweise auf die leicht oxydabeln Farbstoffe werfen und Wasser und Kohlensäure erzeugen. In dem Masse, als die färbenden Substanzen hierdurch schwinden, nimmt auch das Gewicht der Stoffe ab, da mit ihnen auch die Elemente einer gewissen Menge Holzfaser mit dem Sauerstoff Verbindungen eingegangen sind. Mit der Zeit entsteht eine der Papiermasse ähnliche Substanz; je länger der Sauerstoff eingewirkt hat, um so mehr ist alsdann der Zusammenhang der Holzfaser zerstört. Die Papier- und Lumpenbleiche besteht häufig darin, dass man die alten Lumpen in den Papierfabriken durch einen Fäulnissprocess bleicht (siehe Papierfabrication).

Ozon. O^3. Activer Sauerstoff wird in der Luft stets nur in geringer Menge angetroffen; dieselbe nimmt aber im Laufe des Jahres regelmässig ab und zu. Im November ist die Ozonreaction am geringsten und im Frühjahr namentlich im März am deutlichsten. Nach Berigny sollen die absoluten Maxima und Minima genau 6 Monate auseinander liegen; nach Prestel steht die Stärke der Reaction in einem bestimmten Verhältniss zur Stärke und Wirkung des Windes. Besonders ist die Färbung des Ozonometers bei den seewärtskommenden N-, NW- und W-Winden stärker, als bei den Landwinden*). Die Wirkung der kräftigern Luftströmung auf das Ozonometer schreibt man dem dadurch bedingten stärkern Aneinanderreiben der einzelnen Luftmolecüle zu, wodurch der elektrische Zustand vermehrt wird; andererseits wird durch eine kräftige Luftströmung auch die Wasserverdunstung vermehrt. Dass Ozon beim Verdunsten des Wassers auftritt und Feuchtigkeit überhaupt ein Hauptvermittler der Ozonwirkung ist, hat bereits Schönbein hervorgehoben. Neuerdings ist diese Thatsache durch v. Gorup-Besanez[21]) und Lender[22]) auf Grund vielfacher Messungen immer mehr bestätigt worden. Man kann daher um so sicherer auf Ozonbildung rechnen, je mehr die Verdunstung des Wassers durch Luftbewegung befördert wird.

Bei hochgelegenen und mit reichlicher Vegetation umgebenen Ortschaften findet sich ein relativ reicher Ozongehalt vor; dagegen vermögen Verunreinigungen der Luft

*) Je nach der Lage eines Landes zum Meere variiren deshalb auch die ozonreichen Winde.

durch faulende organische Substanzen etc. den Ozongehalt bedeutend zu vermindern. In Krankensälen, in engen Gassen und an niedrig gelegenen Plätzen erhält man selten Ozonreactionen; in Krankenhäusern hat man bekanntlich bei der stärksten und anhaltenden Ventilation bisher noch keine Spur von Ozon nachweisen können.

Wo Ozon in freier Luft vorkommt, steht es nach *Struve* in sehr nahem Zusammenhange mit Wasserstoffsuperoxyd und Ammoniumnitrit; *v. Gorup-Besanez* nennt diese drei Körper eine eng verbundene Trias und alle in der Luft möglichen Bildungsweisen derselben sind auf eine vorgängige Polarisation, auf ein Activwerden des Sauerstoffs, d. h. auf die Bildung von Ozon zurückzuführen.

Es bildet sich das Ozon durch elektrische, elektrolytische und chemische Actionen. *Schönbein* wies zuerst nach, dass eine riechende Substanz im Sauerstoff enthalten sei, welchen man durch die *Volta*'sche Wasserzersetzung erhält; er nannte daher diesen Körper Ozon (von ὄζειν, riechen). Ebenso entsteht er bei langsamer Oxydation des Phosphors; giesst man zu einem Stück reinen Phosphors in einem Glase so viel Wasser, dass es bis zur Hälfte bedeckt wird, und lässt das Glas einige Stunden bei einer Temperatur von 16—20° C unter leichtem Verschlusse stehen, so ozonisirt sich der Sauerstoff, indem der knoblauchartige Geruch des Phorphors schwindet und dem charakteristischen des Ozons Platz macht.

Reichlicher entwickelt sich Ozon, wenn man übermangansaures Kalium oder Kaliumchromat mit Schwefelsäure behandelt; das Ozon zeigt aber hier nur im Entstehungsmoment seine charakteristischen Eigenschaften und ist stets mit inactivem Sauerstoff vermischt. Die sicherste Methode besteht in der Darstellung mittels des Inductionsapparates, wenn man den Inductionsstrom durch Sauerstoffgas gehen lässt. *Loew* fand in einem kräftigen Luftstrom, den er in die Flamme eines Bunsen'schen Brenners einleitete und auf die geeignete Weise auffing, einen reichlichen Ozongehalt; wahrscheinlich tritt Ozon bei allen Oxydationen und bei der Verbrennung auf*).

Ozon zeichnet sich durch ein stärkeres Oxydationsvermögen vor dem gewöhnlichen inactiven Sauerstoff aus; hierdurch ist es im Stande, stinkende Gase und Effluvien sofort zu zerstören. Es oxydirt sogar Silber in Silbersuperoxyd, Phosphor in phosphorige Säure, Arsen in arsenige Säure, verwandelt Ammoniak in Salpetersäure und Wasser, Weingeist in Aldehyd, Essigsäure in Ameisensäure und Thalliumoxydul in schwarzes Oxyd; Thalliumpapier gebraucht man deshalb auch als Reagens auf Ozon. Durch Fällung von schwefelsaurem Thalliumoxydul mit Barytwasser stellt man eine 10procentige Lösung von Thalliumoxydulhydrat dar, mit welcher man schwedisches Filtrirpapier in der Weise tränkt, dass jeder Quadratcentimeter des Papiers etwa 1 Mgrm. Oxydul enthält. Durch rasches Trocknen erhält man alsdann das Thalliumpapier, welches übrigens weit weniger empfindlich ist als Jodkaliumstärkepapier; ist ersteres schwach gefärbt, so bläut es sich jedoch durch Zusatz von Guajaktinctur. Freie Untersalpetersäure, Chlor, Brom und namentlich Wasserstoffsuperoxyd bläuen ebenfalls Jodkaliumstärkepapier. Um nun Wasserstoffsuperoxyd von Ozon zu unterscheiden, eignet sich das Thalliumpapier sehr gut zu Controlversuchen, da Wasserstoffsuperoxyd das durch Thalliumoxyd gebräunte Papier rasch ausbleicht. Freie salpetrige oder Salpetersäure, welche nur höchst ausnahmsweise in der Atmosphäre vorkommen, bläuen Guajaktinctur und das Jodkaliumstärkepapier, vermögen aber nicht das Thalliumoxydul in Thalliumoxyd zu verwandeln. Freies Chlor und Brom werden nur unter ganz besondern Umständen zur Sprache kommen können; daher wird es sich fast nur um die Unterscheidung von Wasserstoffsuperoxyd und Ozon handeln; zwei Körper, die sich in ihrer Wirkung bekanntlich sehr nahe stehen.

Schönbein unterschied den elektronegativen activen Sauerstoff (Ozon) und den elektropositiven (Antozon). *Meissner* suchte diese Lehre weiter auszubilden und nahm an, dass bei jeder Oxydation Ozon und Antozon gleichzeitig gebildet würden; *v. Babo* und *Weltzien* bezweifelten schon die Existenz von Antozon entschieden, bis die Untersuchungen von *Engler* und *Nasse* ergeben haben, dass Antozon nur Wasserstoffsuperoxyd ist.

Loew bestätigte diese Versuche, nimmt aber doch noch 3 Modificationen des Sauerstoffs an: gewöhnlichen Sauerstoff (OO), Ozon (OO)O und Antozon (O); letzterer soll in lockerer, mehr physicalischer als chemischer Verbindung im Terpentinöl gelöst und im Stande sein, mit Wasser direct das Superoxyd des Wasserstoffs zu bilden.

---

*) Nach *Struve* soll sich bei jeder Verbrennung und jeder Athmung Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und Ammoniumnitrit bilden, wovon aber nur letzteres der Untersuchung zugänglich sei.

Es ist hierbei an die Untersuchung von *Chalvier* zu erinnern, nach welcher auch der Wasserstoff durch die Einwirkung der Elektricität in den Zustand der Activität gesetzt wird, welche der elektrisirte Wasserstoff dadurch bekundet, dass er sich mit dem atmosphärischen Stickstoff zu Ammoniak zu verbinden und frisch bereitetes Silberoxyd zu reduciren vermag.

Nicht allein Terpentinöl, sondern auch Petroleum, alle natürlichen und künstlichen flüssigen Kohlenwasserstoffe, Bittermandelöl, ätherische Oele, das Alkarsin, Stannäthyl, Stibmethyl und Stibäthyl beladen sich bei Einwirkung des Lichtes gleichsam mit dem Sauerstoff der Luft, verwandeln denselben in Ozon und vermögen dasselbe wieder leicht auf andere Körper zu übertragen; man nennt sie daher Ozonbildner. Unter diesen steht aber das Terpentinöl oben an, da es beim Schütteln mit Luft 2% Sauerstoff in der Form des ozonisirten Sauerstoffs aufnimmt und in diesem Zustande wieder andere Körper oxydiren kann, z. B. schweflige Säure in Schwefelsäure, Phosphor in Phosphorsäure, Indigo in Pikrinsäure und Isatin.

Andrews und Toit hatten schon gefunden, dass während der Bildung des Ozons beim Durchgange des elektrischen Funkens durch Sauerstoffgas eine Verdichtung stattfinde, dass demnach Ozon schwerer als Sauerstoff sein müsse. Hierauf gründete Odling seine Ozontheorie, wonach das Sauerstoffmolecül 2 Atome und Ozonmolecül 3 Atome hat. Wie die Formel für Sauerstoff O^2 ist, so ist sie für Ozon O^3, so dass seine oxydirende Kraft nur in der Leichtigkeit beruht, womit jedes Molecül sein drittes Sauerstoffatom verliert. Soret entdeckte 1865, dass die meisten Substanzen bloss das dritte Atom Sauerstoff des Ozons aufnehmen, während Terpentinöl und die übrigen genannten Körper die Fähigkeit besitzen, das ganze Ozonmolecül zu absorbiren. Diese Auffassung entspricht am meisten den wirklichen Thatsachen und dürfte es demnach angemessen erscheinen, von dem Meissner'schen und Loew'schen Antozon ganz abzusehen.[23])

Die Wirkung des Ozons auf manche Farbstoffe bedarf noch einer genauern Erörterung; die schon erwähnte Eigenschaft der Guajaktinctur, durch Ozon gebläut zu werden, steht im Gegensatz zur Indigolösung, welche dadurch entbläut wird.

Vermischt man einige Tropfen altes, am Lichte gestandenes Terpentinöl mit Guajaktinctur, so wird sie sich nicht immer sofort bläuen, wohl aber augenblicklich, wenn man Blut, Eisenvitriollösung oder Platinmohr zusetzt; eine Methode, welche auch behufs Untersuchung von Blutflecken angewendet wird. Solche Körper nun, welche eine raschere Ozonisirung vermitteln, hat man Ozonträger genannt; Ozonbildner und Ozonträger müssen übrigens nebeneinander liegen. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass alle Körper, welche nicht oxydirt werden können, auch kein Ozon freimachen.

Die Löslichkeit von Ozon im Wasser ist vielfach bestritten worden. Nach Carius vermag Wasser nur wenig Ozon zu absorbiren; nach 3 Versuchen absorbirten 1000 Cbc. Wasser im Mittel 4,40 Cbc. Ozon bei 0° und 0,76 M.[24])

Einwirkung des Ozons auf den Thierkörper. 1) Es wurden 8 Grm. Kalihypermanganicum mit Schwefelsäure übergossen und die sich entwickelnden Gase unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln in eine Glasglocke, unter der ein mittelgrosses Kaninchen sass, mittels einer Compressionspumpe eingeblasen.

Im Anfange des Versuchs 30 Inspirationen während 1/4 Minute bei grosser Unruhe; Zusammenkneifen der Augen; mehrmaliges Husten und Niessen. Nach 3 M. Stillstehen der Respiration, Nasswerden der Schnauze, Zurückziehen des Kopfes in den Nacken. Nach 5 Minuten ruhiges Sitzen bei zurückgezogenem Kopfe; dann Putzen der Nase und mehrmaliges Husten und Niessen; letzteres wiederholt sich bei jeder neuen Zufuhr der Dämpfe. Nach 15 M. 6 leichte Inspirationen binnen 1/4 M.; Putzen der Nase; Augen trübe. Nach 35 M. Lecken mit der Zunge, 7 Inspirationen mit geringem Aufblähen der Backenmuskeln. Nach 40 M. derselbe Zustand bei zurückgezogenem Kopfe; daher Herausnahme des Thieres, weil sich kein Ozon mehr entwickelte.

Der untere linke Augenliedrand ist mit einem ganz feinen, weissen Schaum bedeckt, welcher neutral reagirte. 8 Inspirationen bleiben noch, die Ohren fühlen sich sehr heiss

an, der Herzschlag sehr vermehrt; übrigens ruhiges Verhalten und Aufsuchen von dunklen Stellen. Noch nach 5 M. Putzen des Maules und Lecken mit der Zunge; erst nach 1 Stunde wird die Respiration wieder normal.

2) Eine ausgewachsene Taube hat anfangs 12 Inspirationen binnen $^1/_4$ M. Sobald die Dämpfe in die Glocke eindringen, zeigen sich grosse Unruhe, Aufhusten, Schmecken mit der Zunge und Zusammenkneifen der Augen; der Schnabel wird nass. Nach 4 Min. beständiger Husten mit einem eigenthümlichen trompetenartigen Ton; Blinzeln mit den Augen. Nach 10 M. 9 Inspirationen; die Exspiration bestand in dem eigenthümlichen Husten, welcher bis zum Schlusse des Experimentes anhielt; ausserdem Schmecken mit dem Schnabel und Blinzeln mit den Augen. Nach 30 M. Aufhören der Gasentwicklung, daher Herausnahme der Taube.

Vermehrtes Herzklopfen, Rhonchus sibilans in den Bronchien. Der Husten hält noch 10 M. lang an; nach 20 Minuten wird er seltener. Nach $^1/_2$ Stunde noch Schleimrasseln in der Trachea; ruhiges Verhalten. Nach $^3/_4$ Stunden wieder 12 Inspirationen. Am andern Morgen noch weniger lebhaft, aber scheinbar gesund: Nachkrankheiten entstanden nicht.

3) Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft wurde ozonisirt und zwar mittels des *Stöhrer*'schen Inductionsapparates und der *v. Babo*'schen Röhre unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln, d. h. unter Wegnahme der Kohlensäure und des Wassers. Ein Kaninchen wurde unter die Glocke gebracht, welche mit dem erwähnten Apparate in Verbindung stand; letzterer wurde durch einen continuirlichen trocknen Luftstrom gespeist, der nun, nachdem er ozonisirt war, in die Glocke gelangte. Anfang des Experimentes um 3 Uhr; häufiges Aufhusten und Putzen des Maules. Nach 45 M. Urinlassen und 18 Inspirationen binnen $^1/_4$ M. Nach 1 Stunde Seitenlage, schweres Athmen, Schliessen der Augen, Thränen derselben und häufiges Lecken mit der Zunge. Nach 1 St. 45 M. Einschlafen und wieder Aufspringen: Zurückziehen des Kopfes in den Nacken. Nach 1 St. 50 M. starkes Husten und Putzen; nach 2 St. kaum bemerkbare Respiration. Nach 3 St. beständige ruhige Lage mit zurückgezogenem Kopfe; der Kopf fällt bisweilen auf die Seite, wird aber sofort wieder grade gerichtet. Nach 3 St. 15 M. 12 Inspirationen binnen $^1/_4$ M.; Anlehnen an die Wand. Nach $4^1/_2$ St. dasselbe Verhalten bei ruhiger Bauchlage mit geschlossenen Augen; 18 Inspirationen. Nach 5 St. 24 M. ganz kurze und oberflächliche Inspiration bei ruhigem Verhalten. Alsdann Herausnahme des Kaninchens; es bewegt sich sofort und bleibt dann ruhig sitzen. Häufiges Putzen des Mauls; die Respiration wird bald normal.

4) *Schwartzenbach*[25]) bediente sich einer durch Phosphor in grossen Glascylindern möglichst stark ozonisirten Luft, welcher Thiere ausgesetzt wurden; ein zweiter gleich grosser Glascylinder wurde dann mit seiner Oeffnung über den erstern gekehrt und nun das Verhalten des im letztern befindlichen Thieres geprüft. Bei Kaninchen trat bald eine beträchtliche Dyspnœ und Verlangsamung der Respiration ein; es floss eine schaumige klare Flüssigkeit aus Mund und Nase, bis nach mehreren Stunden der Tod unter suffocatorischen Erscheinungen entweder im Cylinder oder, nachdem das Thier aus demselben entfernt war, erfolgte. Bei der Section fanden sich die Alveolen, Bronchien und Trachea bis zum Larynx hinauf mit derselben klaren Flüssigkeit angefüllt, welche während des Lebens aus Nase und Mund geflossen war. Das Herz, die Vena cava inf. und die Venen der Eingeweide waren mit schwärzlichem Blute stark gefüllt.

5) *Häcker*[26]) benutzte bei seinen Versuchen den *v. Babo*'schen Apparat und zur Elektrisirung einen grossen *Ruhmkorff*'schen Inductionsapparat. Die Elektrisirung geschah durch zwei Elemente: in einer Stunde passirten 18—19 Liter Luft die Glocke, unter der die Thiere sassen. Er beobachtete nach kurzer Zeit bei einem jungen Kaninchen Verlangsamung der Respiration und eine sich steigernde Dyspnœ, welche sich durch Aufrichten des Vorderkörpers, Ueberbeugen des Kopfes nach hinten und Oeffnen der Nasenflügel kundgab. Nach einer halben Stunde trat aus Nase und Mund eine helle Flüssigkeit, welche die Umgebung des Mundes und der Nase bis zum Ende des Versuches, welcher eine Stunde dauerte, feucht erhielt; Lippen und Ohren zeigten eine livide Färbung. Aus der Glocke entfernt, erholte sich das Thier bald. Nach 2 Tagen wurde der Versuch mit demselben Erfolge wiederholt; in der darauf folgenden Nacht trat der Tod ein. Am andern Morgen fand sich bei der Section am untern Theile der Trachea und in den grössern Bronchien eine ziemlich beträchtliche Injection. Die beiden untern Lappen der Lungen waren zum grössern Theile vollständig verdichtet und liessen sich nicht aufblasen; die übrigen Partien der Lungen sehr blutreich; Ueberfüllung des rechten Herzens mit venösem Blute; die Vena cava. inferior und die übrigen Unterleibsvenen stark ausgedehnt.

Bei einer jungen Katze zeigte sich nach 20 M. ein heftiger Ausfluss schaumiger Flüssigkeit aus Nase und Mund, dabei Verlangsamung der Respiration und Dyspnœ; gegen Ende einer Stunde krampfhaftes Abdominalathmen, wobei das Thier mit geöffnetem Maule kläglich schrie. Aus der Glocke entfernt, erholte es sich erst nach einer halben

Stunde. Beim 2. und 3. Versuche zeigten sich ähnliche Erscheinungen; beim 4. Versuche wurde der Inductionsapparat durch 3 Elemente in Bewegung gesetzt. Die erwähnten Symptome traten fast sogleich mit der höchsten Heftigkeit auf; unter langsamem, krampfhaftem Athmen fiel das Thier nach 50 M. in der Glocke zu Boden und zeigte einige Zuckungen. Aus der Glocke entfernt, starb es nach ein paar Athemzügen. Bei der sofort angestellten Section erschienen die Lungen stellenweise tief geröthet und blutreich, an den Rändern stark emphysematös; die Bronchien, Trachea und Larynx mit schaumiger, farbloser Flüssigkeit angefüllt; aus den Schnittflächen des Lungenparenchyms strömt eine schaumige, etwas blutig gefärbte Flüssigkeit aus. Geringe Injection im untern Theile der Trachea und in den grössern Bronchien. Das rechte Herz, die Vena cav. inf. und die Venen der Eingeweide stark mit schwärzlichem Blute angefüllt.

An einem Huhne steigerten sich erst beim 3. Versuche, nachdem 2 einstündige Versuche vorhergegangen waren, die Respirationsbeschwerden bedeutend; nach 50 M. fiel es zu Boden und starb unter Convulsionen. Sectionsbefund derselbe, wie bei der Katze.

6) *Dewar* und *Mac Kendrik* tödteten mittels des durch Induction ozonisirten Sauerstoffs, welcher höchstens 10% Ozon enthielt, Kaninchen, Mäuse und kleine Vögel, und zwar die beiden letztern innerhalb 20 Minuten. Die Respiration wurde dadurch verlangsamt, der Puls geschwächt und das Blut venös.[27])

Aus diesen Versuchen geht mit Bestimmtheit hervor, dass Ozon ein starkes Reizmittel für die Respirationswege ist. Bei Menschen bewirkt die Inhalation von ozonreicher Luft sofort einen starken Schnupfen, welcher noch längere und kürzere Zeit anhalten kann, selbst wenn man sich der Einwirkung des Ozons entzogen hat; ebenso fehlt selten eine mehr oder weniger grosse Reizung des Kehlkopfs. Bei Thieren gibt sich die Irritation der Schleimhäute durch starkes Putzen der Nase und des Mauls, Niessen und häufiges Aufhusten kund; weiterhin verlangsamt sich die Respiration, es tritt Dyspnœ ein und in Folge der Reizung der Bronchialschleimhaut sondert sich viel Feuchtigkeit ab, welche besonders bei Katzen aus Nase und Mund fliesst.

Bei einem Kaninchen (1 Versuch) entstand eine Augenentzündung, welche die grösste Aehnlichkeit mit einer rheumatischen Entzündung hatte. Vögel, namentlich Tauben, scheinen eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkungen der ozonisirten Luft zu besitzen. Es hängt aber ganz besonders von der Stärke und schnellern Wiederholung der elektrischen Einwirkung ab, ob sich die Wirkung in ihrer ganzen Intensität äussert.

Wenn Häcker einen starken Ruhmkorff'schen Apparat mit 2—3 starken Bunsen'schen Elementen benutzte, so musste er auch eine stärkere Wirkung erzeugen. Die einfache Bronchialreizung, welche sich im 2. Versuche bei einer Taube deutlich zu erkennen gab, kann sich bis zu einer Entzündung des Lungenparenchyms steigern, wie sich bei der Section des Kaninchens (No. 5) zeigte; dabei findet sich die Schleimhaut der Bronchien und der Trachea nicht selten injicirt. Selbst die Verlangsamung und schliessliche Unterdrückung der Inspiration dürfte theilweise auf eine Reizung des N. laryng. sup., dessen Endigungen in der Schleimhaut des Larynx verlaufen, zurückzuführen sein[28]). Diese Verlangsamung der Respiration tritt nicht ein, wenn man, wie Schwarzenbach gezeigt hat, die Thiere mittels einer in eine Trachealwunde eingeführten Röhre die ozonisirte Luft einathmen lässt, so dass letztere die Larynxschleimhaut nicht berührt.

Die reichliche Absonderung der Flüssigkeit in den Bronchien und Alveolen, überhaupt die Erscheinungen eines acuten Lungenödems lassen sich nur durch die reizende Einwirkung der ozonisirten Luft erklären. Füllt diese Flüssigkeit schliesslich alle Respirationswege aus, so muss auch der normale Gasaustausch gehindert werden und schliesslich der Tod durch Erstickung erfolgen; dafür spricht auch die starke venöse Hyperämie, welche sich namentlich in den Lungen,

im rechten Herzen und in den grössern Venen kundgab. Ausser der primären reizenden Einwirkung der ozonisirten Luft ist jedoch auch noch eine Secundärwirkung derselben anzunehmen, welche in dem Einfluss der gebildeten Zersetzungsproducte thierischer Flüssigkeiten auf die Schleimhäute besteht. Die wässrigen Absonderungen der Schleimhäute reagiren nämlich häufig sauer.

Wird defibrinirtes Ochsenblut mit ozonisirter Luft behandelt, so nimmt es eine saure Reaction an, was unzweifelhaft das Auftreten einer freien Säure bekundet. Die Analyse ergibt einen Gehalt an freier Salzsäure, welche in Folge der Bildung von Oxalsäure entsteht; die Oxalsäure zerlegt nämlich das Kochsalz des Blutes und bildet schwer lösliches Natriumoxalat, in Folge dessen freie Salzsäure auftritt.

$$C_2O_4H_2 + 2NaCl = Na_2C_2O_4 + 2HCl.$$

Indem schliesslich der Blutfarbstoff alterirt wird, schwinden im Spectrum die normalen Blutbänder und das Säureband im Roth tritt auf. Wird die Ozoneinwirkung noch länger fortgesetzt, so wird der Blutfarbstoff vollständig zerstört; auch die Blutkügelchen werden angegriffen, sehen ungleich, zerissen und zerfallen aus.

Froschblutzellen werden nach Huizinga[29]) sehr schnell angegriffen; sie schwellen rasch auf, werden farblos mit glänzenden, starkkörnigen Kernen und kaum wahrnehmbaren Contouren. Das entfärbte Stroma erscheint angefressen und bekommt unregelmässige Umrisse; endlich verschwindet auch dieses und der Kern ist nur übrig geblieben, welcher weiterhin wenig alterirt wird.

Schon diese Thatsachen machen es höchst wahrscheinlich, dass Ozon in circulirendem Blute nicht enthalten ist und den Process der Oxydation nicht unterstützt. Ferner wird nach den Versuchen von Häcker die Kohlensäureproduction bei den Thieren durch vermehrten Ozongehalt der Einathmungsluft resp. durch Einathmung elektrisirter atmosphärischer Luft in keiner Weise geändert, weder vermehrt noch vermindert.

Ginge der active Sauerstoff der ozonisirten Luft in das Blut über, so müsste selbstverständlich die Kohlensäureproduction bedeutend zunehmen; da dies aber nach den Untersuchungen von Häcker nicht der Fall ist, so haben wir einen weitern Beweis dafür, dass das Ozon nicht in das Blut gelangt; der vermehrte Ozongehalt der Luft hat somit keinen directen Einfluss auf den Stoffwechsel. Es würde zu weit führen, die verschiedenen Ansichten, welche sich hierüber in der Literatur finden, ausführlicher mitzutheilen. Lewisson, Kühne und Scholz, sowie A. Schmidt und Huizinga sprechen sich für den Ozongehalt des Blutes aus.[30]) Pokrowsky nimmt dagegen kein Ozonisirungsvermögen und keinen Ozongehalt des Blutes an; er weist darauf hin, wie unsicher der Nachweis des Ozons im Blute durch die Guajak-Reaction sei, da die Guajaktinctur durch alle oxydirenden Substanzen gebläut werde.[31])

Jedenfalls ist es unwahrscheinlich, dass die Pflanzen Ozon entwickeln, wenn man bedenkt, dass eine Chlorophylllösung durch Ozon gänzlich zerstört wird und die Bänder derselben im Spectrum vollständig schwinden. Bringt man frische Blätter in ozonisirte Luft, so werden sie gelblich und bleichen allmählig gänzlich.

Alles führt zur Annahme, dass der inactive Sauerstoff in dem Moment in ozonisirten Sauerstoff übergeht, in welchem er sich mit einem

andern Körper verbindet; es ist aber noch nicht bestimmt bewiesen, dass er auch als ozonisirter Sauerstoff die organischen Processe vermittelt.

Ozon in sanitärer Beziehung. Thatsache ist es, dass in allen Räumen und Wohnungen, in welchen die Luft stagnirt, ein Ozonmangel eintritt und hiermit die Gesundheitsverhältnisse nachtheilig berührt werden. Ebenso ist der Ozongehalt überall da, wo übelriechende Gase und Dämpfe vorwalten, ein geringer, weil unter solchen Verhältnissen viele oxydable Substanzen in die Atmosphäre übergehen, welche das Ozon attaquiren und zerstören. Der schädliche Einfluss der stinkenden Effluvien auf die Gesundheit der Menschen wird vorzugsweise auf diesen Umstand zurückzuführen sein, weshalb alle Stinkstoffe aus der Nähe der menschlichen Wohnungen zu entfernen sind, um die Einwirkung einer frischen und belebenden Luft zu ermöglichen. Wenn es auch noch nicht möglich ist, den Ozongehalt der Luft beliebig zu vermehren, so stehen uns doch viele Mittel zu Gebote, um die Hindernisse hinwegzuräumen, welche der Entwicklung und Einwirkung des Ozons hemmend entgegentreten. In den Wohnungen und namentlich in Räumen für Kranke ist es die Reinlichkeit im Allgemeinen und die Erneuerung der Luft durch eine zweckmässige Luftströmung, wodurch das Stagniren der Atmosphäre verhütet und die Entwicklung von Ozon befördert wird. Das Oeffnen der Fenster reicht aber nicht immer aus; es müssen häufig Thüren und Fenster geöffnet werden, um die Luftbewegung zu bewirken. Die Aengstlichkeit, womit jeder geringste Luftzug als eine Schädlichkeit betrachtet wird, ist in den wenigsten Fällen begründet. Die Engländer liefern den Beweis, wie auch in dieser Beziehung die Macht der Gewohnheit eine grosse Rolle spielt, wie Gesunde und Kranke gleich grosse Vortheile aus der Einwirkung der frischen Luft ziehen, wenn auch zugegeben werden muss, dass das eine Hautorgan im Ertragen der Luftströmungen unempfindlicher ist als das andere und Rücksichten auf die Individualität oft geboten sind.[32])

Von grosser Bedeutung ist die Thatsache, dass eine starke Verdunstung eine Elektricitätsentwicklung zur Folge hat und die Luft elektrisirt; sie wird hierdurch auf secundärem Wege ozonisirt. Ein Verdunsten des Wassers durch die Ofenwärme während des Winters und ein tägliches Reinigen des Fussbodens mittels nasser Tücher während des Sommers führt stets eine Erfrischung der Luft herbei. Geölte Fussböden sind deshalb für alle Wohnräume von grösstem Vortheil, um das Abwaschen derselben täglich vornehmen zu können, ohne dass man ein lästiges Feuchtbleiben dabei zu befürchten hat. Stinkende Aborte innerhalb der Wohnungen sind immer als die grössten Feinde des Ozons zu fürchten.

Das Verdampfen aromatischer Substanzen hat hinsichtlich der Ozonentwicklung dieselbe Bedeutung wie das Verdampfen des Wassers; die früher viel benutzten Wachholderräucherungen gehören in diese Kategorie. Haller hat im allgemeinen Krankenhause zu Wien nachgewiesen, dass Ozonpapiere, welche 12—24 Stunden oberhalb der Oeffnung einer irdenen glasirten Spuckschale, in welcher auf ein Schwämmchen getropftes Oleum Juniperi verdampfte, an den Rändern deutliche Ozonspuren zeigten.

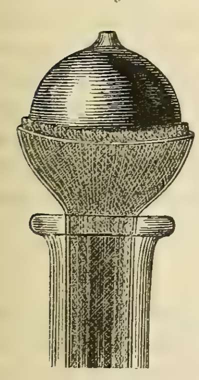
Hierher gehört auch die Verdampfung von Terpentinöl, welche in zweckmässiger Weise vorgenommen namentlich bei Infectionskrankheiten ihre grosse Bedentung hat, wenn die Umstände Luftströmungen verbieten.

Die Chlorkupferlampe würde denselben Zweck erreichen, wenn hier nicht die ansehnliche Entwicklung von salzsauren Dämpfen nachtheilig einwirken könnte. Räucherungen mit Essig, das Aufhängen von mit Essig oder mit Chlorkalklösung und Essigsäure durchtränkten Tüchern sind von demselben Gesichtspuncte aus zu betrachten; im letztern Falle bildet sich Chloressigsäure, welche keinen unangenehmen Geruch hat und daher die belästigenden Chlorräucherungen ersetzen kann.

Mit Unrecht ist auch das Döbereiner'sche Essiglämpchen in Vergessenheit gerathen, welches für einzelne Krankenstuben sehr gute Dienste leistet und auf der Thatsache beruht, dass, wenn Platinmohr oder Platinschwamm mit Alkohol befeuchtet wird, sich letzterer oxydirt und Aldehyd neben Essigsäure, Essigsäureäthyläther und Wasser entsteht. Bei diesem Processe wird so viel Wärme frei, dass der Platinschwamm in's Glühen kommt, wodurch die Verdunstung ununterbrochen vor sich geht.

Eine sehr zweckmässige Modification dieser Einrichtung ist folgende, welche die wärmste Empfehlung verdient: Man überzieht eine Glaskugel von 1 Zoll Durchmesser mit Platinmohr und bringt sie auf einen fingerdicken Docht, welcher in einer oben sich trichterförmig erweiternden Glasröhre angebracht wird; letztere wird in ein entsprechendes mit Alkohol angefülltes Glas eingesetzt. Die Kugel muss oben eine hohle Spitze haben, welche abgeschnitten wird, damit der während der Erhitzung in der Kugel sich ausdehnenden Luft durch diese Oeffnung ein Ausgang verschafft wird. (S. Fig. 5.)

Fig. 5.



So vorgerichtet kann die Kugel von selbst in's Glühen gerathen, wenn die Platinmohrschicht ziemlich stark und der Alkohol wasserfrei ist; da aber Letzteres selten der Fall ist, so zündet man die Dochtspitzen an und löscht sie nach kurzer Zeit wieder aus, wodurch alsdann das erhitzte Platinmohr in ein vollständiges Glühen geräth. Setzt man dem Alkohol noch ätherische Oele hinzu, so kann man sich gleichzeitig den Genuss des Wohlgeruches dieser Oeldämpfe verschaffen.*)

Die meisten aromatischen Substanzen können als Ozonträger betrachtet werden. Der Gebrauch der Parfüms dürfte daher nicht bloss einen ästhetischen, sondern auch einen sanitären Zweck haben, ist somit für Alle zu empfehlen, welche viel mit Kranken in Berührung kommen. Acetum aromaticum, Vinaigre des quatres voleurs heisst nicht mit Unrecht auch Pestessig, weil er eben als Aromaticum Schutz gegen Ansteckung gewährt.

Bei den Vorgängen in der Natur sind es ganz besonders die durch die Winde bewirkten Luftströmungen, welche die schädlichen Gase und Dämpfe vernichten und die Entwicklung von Ozon befördern; von derselben Bedeutung sind die Gewitter, welche mit ihren elektrischen Entladungen den atmosphärischen Sauerstoff wieder neu beleben. Inwiefern ein grösserer oder geringerer Ozongehalt in der Luft auf die Entstehung von Krankheiten influirt, ist noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt worden. Es ist nur wahrscheinlich, dass ein

*) Die Verbindung von gleichen Theilen Ol. Ligni Junip., Acid. acet. mit 2 Th. Aether ist sowohl für diesen Zweck, als auch zum einfachen Verdunstenlassen in Krankenhäusern sehr empfehlenswerth.

relativ stärkerer Ozongehalt auf die Entstehung von Influenza und katarrhalischen Erscheinungen begünstigend einwirkt, während umgekehrt ein Fehlen von Ozongehalt jedenfalls um so nachtheiliger einwirken muss, wenn putride Effluvien die Luft dieses Körpers beraubt haben. Schlachtfelder, auf denen die Leichen nicht tief genug beerdigt worden sind oder Massen von Thiercadavern offen dem Fäulnissprocesse unterliegen, können auf diese Weise epidemische Krankheitsprocesse erzeugen.

Sumpfgegenden sind nicht wegen des fehlenden Ozongehaltes für die Menschen schädlich; einzelne Autoren wollen sogar dort einen relativ vermehrten Ozongehalt nachgewiesen haben. (Man vergl. Sumpf.) Auf dem Marschboden sind es stets die Zersetzungen organischer Substanzen, welche um so verderblicher einwirken, je mehr durch Bauten etc. der Boden aufgewühlt wird und der putride Process an der Luft seinen Abschluss findet. [33])

Fast alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass in grossen Städten die Ozonbeobachtungen ein sehr verschiedenes Resultat haben und häufig ganz locale Ursachen auf den Ozongehalt der Luft influiren; auch hier sind es meistens die stinkenden organischen Effluvien, welche die belebende Einwirkung des Ozons unmöglich machen.

Die Entfernung aller Stinkstoffe, eine zweckmässige Anlage der Strassen, nicht zu hohe Häuser in engen Strassen, hinreichende Hofräume und eine geordnete Beseitigung der Abfallstoffe gehören zu den ersten und hauptsächlichsten Forderungen, welche man an die Hygiene der Städte stellen muss; auch hier ist es die Reinlichkeit, welche die Basis aller Bestrebungen sein muss. Eine sorgfältige Reinigung und häufige Besprengung der Strassen während des Sommers bedingt aus den oben angeführten Gründen eine Erfrischung der Luft, welche stets durch das Zusammenwohnen vieler Menschen geboten wird. Nicht häufig genug kann man darauf aufmerksam machen, dass grade das Besprengen mit Wasser nicht allein die Entfernung des höchst lästigen und für die Respirationsorgane schädlichen Staubes, sondern ganz vorzugsweise die Ozonisirung der Luft um so sicherer bewirkt, je mehr die Verdunstung durch Luftbewegung gefördert wird.

Ozon in der Industrie.

Was zunächst die Darstellung von Ozon im Grossen betrifft, so hat zuerst Loew in den Vereinigten Staaten ein Verfahren angegeben, welches auf der Thatsache beruht, dass, wenn Luft durch eine Flamme geblasen wird, sie sich zum Theil in Ozon verwandelt. Der betreffende Apparat besteht in einer Anzahl Bunsen'scher Brenner; durch Röhren, welche in einer gewissen Entfernung horizontal über den Brennern angebracht sind, wird kalte Luft gegen die Flamme geblasen. Den Röhren gegenüber ist eine Anzahl von Trichtern angebracht, um das sich anhäufende Ozon zu sammeln.

Ein ähnliches Verfahren ist neuerdings in England patentirt worden, um das so erhaltene Ozon mit ausfliessendem Alkohol in Berührung zu bringen und dadurch aus Alkohol direct Essigsäure zu bilden. Dass bei der Rasenbleiche auch Ozon eine Rolle spielt, ist unzweifelhaft; bei der Elfenbeinbleiche lässt man Elfenbein wochenlang in Photogen oder andern verwandten Oelen liegen, um es alsdann starkem Sonnenlicht und der Luft auszusetzen, wobei letztere ozonisirt wird und bleichend einwirkt.

Für die Darstellung von Ozon im Kleinen bleibt die geräuschlose Entladung in mit Sauerstoff gefüllten Inductionsröhren mittels des Ruhmkorff'schen Apparates das beste Verfahren; die Siemens'schen Inductionsröhren haben sich hierbei sehr gut bewährt.[34])

Sauerstoff und Wasserstoff.

1) Wasser (H_2O).

Wasser stellt eine farblose klare Flüssigkeit dar, welche geruch- und geschmacklos ist, bei $+4^0$ ihre grösste Dichtigkeit hat und bei -0^0 krystallisirt, d. h. sich in Eis verwandelt. Bei 760 Mm. B. liegt der Siedepunct des Wassers bei 100^0 C.; es verdunstet bei allen Temperaturgraden, reagirt neutral und geht mit vielen Körpern, sowohl einfachen als zusammengesetzten, Verbindungen ein, welche man Hydrate nennt. Es ist unentbehrlich für das Thier- und Pflanzenleben und ein nie fehlender Bestandtheil unserer Atmosphäre.

Der eigentliche Wasserdampf ist bei einer Temperatur von 100^0 C. völlig farblos, gasförmig und unsichtbar; entzieht ihm die Umgebung Wärme, so verwandelt er sich in einen weissen Nebel und bildet kleine Luftbläschen, welche mit einer Wasserhülle umgeben sind (Nebelbläschen). Findet die Abkühlung noch weiter statt, wird also die Luft in den Bläschen noch mehr zusammengezogen, so berühren sich schliesslich die Umhüllungswandungen, wodurch alsdann ein Tröpfchen gebildet wird.

Auf der Möglichkeit, die Dämpfe zu verdichten, beruht der Hauptunterschied zwischen diesen und den permanenten Gasen, welche luftförmig bleiben. Neuerdings sind jedoch viele gasförmige Körper, welche bisher nur als solche bekannt waren, als Dämpfe von Flüssigkeiten erkannt worden, deren Siedepuncte weit unter dem Gefrierpunct des Wassers liegen. Es gehört aber ein hoher Grad von Druck oder eine bedeutende Temperaturerniedrigung dazu, um solche gasförmigen Körper flüssig oder fest zu machen; mit Aufhebung dieser Agentien nehmen sie rasch wieder ihren früheren Aggregatzustand an.

Eigentlich ist der Stickstoff das einzige Gas, welches man nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft für permanent erklären muss, da für den Sauerstoff und Wasserstoff insofern eine Ausnahme anzunehmen ist, als man ersterem im Platinmohr und Platinschwarz und letzterem im Wasserstoff-Palladium einen festen oder auch einen flüssigen Aggregatzustand zuschreiben muss.

Der Wasserdampf ist für die Industrie von der grössten Wichtigkeit, da er Wärme und Kraft repräsentirt; die Wärme desselben gebraucht man zum Kochen, Trocknen und Heizen, während die Benutzung der Spannkraft der Wasserdämpfe als bewegende Kraft die grossartigste Umwälzung in der Industrie hervorgerufen hat.

Das kochende Wasser erzeugt durch die ganze Masse der Flüssigkeit Dampfbläschen. Mit der Abnahme des Druckes resp. Luftdruckes nimmt auch der Siedepunct des Wassers ab, so dass dieser bei verschiedenen Barometerständen, an verschiedenen Höhepuncten ein verschiedener ist, weshalb auch umgekehrt der Siedepunct massgebend ist für die Elevation eines Ortes über der Meeresfläche.

Durch künstliche Erniedrigung des Luftdruckes beschleunigt man in der Technik häufig das Verdampfen des Wassers, namentlich beim Abdampfen von Flüssigkeiten, wobei die zu gewinnende Substanz, einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, eine Zersetzung erleiden würde Um nun den Luftdruck zu vermindern, evacuirt man entweder mittels der Luftpumpe oder durch Verdichtung des sich entwickelnden Wasserdampfes mittels Abkühlung. Hierauf beruht die Construction der Vacuumpfannen in der Zuckersiederei; da man den Zuckersaft nur bis $65-70^0$ erhitzen darf, so verdünnt man die Luft über dem Flüssigkeitsspiegel und vermindert hiermit den auf der Flüssigkeit lastenden Druck. Dasselbe Verfahren hat man auch bei der Leimsiederei und Gelatinebereitung eingeführt.

Durch die Verstärkung des Luftdruckes auf die Oberfläche des Wassers kann umgekehrt der Siedepunct beliebig erhöht werden; im bekannten Papinischen Topfe kann das Wasser bis zu 265^0 erhitzt werden und, wenn die Gefässe den Druck aushalten können, noch höher. Man wendet ein solches unter hohem Druck über seinen gewöhnlichen Siedepunct erhitztes Wasser zum Auflösen und Ausziehen verschiedener Substanzen in der Leimsiederei, Färberei, bei der Petroleumrectification mit gleichzeitiger Zerstörung des Paraffins, bei der Trennung der fetten Säuren vom Glycerin, zur Darstellung des Stearins, des Wasserglases u. s. w.

an, indem ausser dem Wasser auch die gespannten Dämpfe mehr disponirt sind, Zersetzungen einzuleiten und Verbindungen zu befördern.

Ueberhitzte Wasserdämpfe stellt man durch Leiten von Dämpfen durch ein stark erhitztes Röhrensystem bei gewöhnlichem atmosphärischem Drucke dar: man gebraucht sie beim Verkohlungsprocesse der Schiesspulverkohle, beim Gypsbrennen, bei der Destillation des Stearins, Harzes u. s. w.

Die Spannkraft des Wasserdampfes nimmt bekanntlich mit der Wärmezufuhr zu, wenn der Raum, in welchem er sich befindet, unverändert bleibt, d. h. die Erwärmung in einem geschlossenen Gefässe stattfindet.

Der Wasserdampf kommt in neuerer Zeit häufig als Heizungsmaterial zur Anwendung, indem er seine Wärme an die Wandungen der metallenen Röhren, welche er durchläuft, unter Condensation abgibt. Die Dampfheizung eignet sich am besten für grosse Fabrikanlagen, da die Wärme ohne nennenswerthen Verlust auf bedeutende Entfernungen übertragen werden kann; selbst bei ungünstigen Verhältnissen, z. B. bei hohen Fenstern und dünnen Wänden, vermag man hohe Temperaturgrade zu erzielen. Dagegen ist die Anlage kostspielig und meistens nur da auszuführen, wo man über eine Dampfmaschine resp. bereits vorhandenen Wasserdampf gebieten kann. Auch die Entfernung des Condensationswassers ist oft mit Schwierigkeit zu bewirken; ebenso ist ein störendes Geräusch in den Röhren besonders beim Anlassen und Abkühlen der Heizung nicht zu vermeiden.

Am vortheilhaftesten ist die Dampfheizung in Fabriken, welche Hochdruckmaschinen benutzen, wobei der abgeblasene Dampf zur Verwendung kommen kann. Als Centralheizung für Schulen, Kirchen und grosse Räume überhaupt und selbst in neuester Zeit auch vielfältig für Privathäuser eignet sich ganz vorzüglich die Warmwasserheizung.

Man unterscheidet Wasserheizungen mit Hoch-, Mittel- und Niederdruck; erstere werden auch als Heisswasserheizungen, die beiden letzteren als Warmwasserheizungen unterschieden.

Bei den Hochdruckheizungen wird das Wasser bis zu 170° C. erhitzt, wozu man nach *Perkins* ein Röhrensystem benutzt, dessen sechster Theil in Form einer Spirale aufgewickelt ist und in einem Ofen erhitzt wird. Die Circulationsröhren haben circa 22 Mm. inneren und 33 Mm. äusseren Durchmesser und sind aus Schmiedeeisen geschweisst: die Verbindung der einzelnen Röhren geschieht durch Verschraubung mittels Muffen mit Rechts- und Links Gewinden, während die Verzweigung durch besondere T- und Kreuzstücke bewirkt wird. Die Röhren vermögen im kalten Zustande etwa 200 Atmosphären Druck auszuhalten, die Festigkeit nimmt aber in der Spirale mit der Zeit bedeutend ab, da hier die Röhre von aussen stets rothglühend wird. Das ganze System ist mit Wasser gefüllt und am höchsten Puncte mit einem Expansionsgefässe versehen. Dies besteht in einem Wasserkasten, in welchen ein vom obersten Puncte der Leitung abgehendes Rohr einmündet; dies ist jedoch durch ein Ventil geschlossen, und nur wenn der Druck durch Expansion des eingeschlossenen Wassers über die zulässige Höhe steigt, wird das Ventil gehoben und es tritt Wasser in den Kasten ein, bis der Druck so weit nachgelassen hat, dass das Ventilgewicht das Ventil wieder schliesst, was sofort geschieht, wenn der normale Druck wieder erreicht ist. Nimmt aber alsdann der Druck noch mehr ab, was beim Erkalten des ganzen Systems stets stattfindet, so fliesst durch ein zweites nach innen sich öffnendes Ventil wieder Wasser in das System hinein, bis der normale Druck auf's Neue erreicht ist.

Die Circulationsröhren werden theils am Boden in mit Gittern überdeckten Rinnen, theils hinter den Fussleisten, theils in Form von Spiralen in sogenannten Oefen gelegt.

Das ganze System enthält verhältnissmässig wenig Wasser und ist deshalb rasch anzuheizen, kühlt sich aber auch eben so rasch wieder ab: es ist nur vortheilhaft für grössere Locale, wo es auf eine rasche Erwärmung ankommt, zeichnet sich durch Einfachheit, sowie Billigkeit im Betriebe und in der Anlage aus und lässt sich auch in alten Gebäuden einrichten.

Will man gleichzeitig Ventilation bezwecken, so reicht ohne complicirte Vorrichtungen dieses System nicht aus; auch hat es den Nachtheil, dass es wegen der raschen Abkühlung eine anhaltende Heizung erforderlich macht, die Gefahr des Einfrierens nahe liegt und in staubigen Localen leicht durch ein Versengen der Staubtheilchen ein unangenehmer Geruch entsteht. Die Röhren können ausserdem leicht platzen,

da sich das Expansionsventil unter Umständen festsetzen kann, was namentlich bei mangelnder Beaufsichtigung leicht eintritt; unangenehm ist ferner die grosse Strahlung in der Nähe der Heizröhren resp. Oefen.

Bei Mitteldruckheizungen wird das Wasser bis etwa 3—4 Atmosphären erhitzt, wonach auch die Stärke der Röhren bemessen ist. Auch hier wird das Wasser in Röhren, welche im Feuer liegen, erwärmt; die Zahl und der Durchmesser derselben richten sich nach der Grösse der zu erwärmenden Räume. Der Complex derselben stellt somit eine Art von Röhren-Dampfkessel dar und tritt an die Stelle des Dampfkessels bei der Niederdruckheizung. Das System eignet sich am besten für langgestreckte Gebäude, z. B. Krankenanstalten; die Gefahr des Platzens ist hier auf ein Minimum reducirt.

Die Niederdruckheizung enthält sehr viel Wasser, welches nicht in den Röhren selbst, sondern in einem besondern Kessel erwärmt wird, aus diesem an der höchsten Stelle aus- und an der niedrigsten eintritt. Das Wasser wird nur mässig erhitzt, etwa bis zu 80°, d. h. nie bis zum Kochpunct; es steigt nun entweder direct bis zum höchsten Puncte des Systems und verzweigt sich von da nach den verschiedenen Oefen, welche somit im absteigenden Zweige liegen, oder aber es steigt in einem sanft aufsteigenden Rohre der Decke des Kellers entlang und zertheilt sich nach den einzelnen Oefen, welche alsdann im aufsteigenden Strome liegen.

Dieses System hat zwei Vortheile: 1) das Hauptrohr liegt an der Decke des Kellers, also in einer Schicht, welche, wenn sie einmal erwärmt ist, dasselbe nicht abkühlt; der Wärmeverlust ist also geringer, als wenn das Hauptrohr auf der Diele des Bodens liegt, wo es stets auf's Neue die kalte Luft erwärmen muss; 2) werden die Oefen mit heisserem Wasser gespeist, wenn sie ihr Wasser aus dem aufsteigenden Zweige erhalten

Die Leitungsröhren sind von Guss- oder Schmiedeeisen und haben je nach der Grösse des Systems am Ausgangspuncte der Leitungen bis 150 Mm. lichten Durchmesser, welcher von Abzweigung zu Abzweigung sich reducirt, aber im Minimum nicht unter 20 Mm. beträgt. Die auf dem Boden verlaufenden Röhren können ebenfalls mit Gusseisengittern bedeckt werden. Das Expansionsgefäss ist mit Filz oder schlechten Wärmeleitern vor Abkühlung zu schützen und mit einem gut schliessenden eisernen Deckel zu versehen.

Sobald das Wasser durch seine Ausdehnung in Folge der Erwärmung bis über die als normaler Wasserstand angenommene Linie steigt, besteht unter andern Einrichtungen eine darin, dass das Wasser durch ein Signalrohr nach dem Keller abfliesst. Ist das Expansionsgefäss bei Beginn der Feuerung leer, so kann keine Wassercirculation stattfinden; geräth das Wasser im Kessel und im Steigrohr in's Kochen und steigt der Dampf alsdann durch das Signalrohr nieder, so ist dies ein Zeichen, dass es an Wasser fehlt und die Pumpe angesetzt werden muss, welche neben dem Wasserkessel im Keller aufgestellt ist und mit dem Rücklaufrohr in Verbindung steht.

Zur Sicherheit gegen mögliche Gefahren muss der Deckel des Expansionsgefässes nicht darauf befestigt, sondern nur aufgelegt werden.

Der Feuerungskessel besteht häufig aus 2 concentrischen Cylindern, zwischen denen das Wasser circulirt, indem es fortwährend durch das Steigrohr fortgeht und durch die Fallröhren wieder zufliesst.

Am zweckmässigsten bringt man die Kesselanlage in dem mittlern Theile des Souterrains an: Röhrenkessel werden vorzugsweise beim Mitteldrucksystem gewählt. Es empfiehlt sich, den der Stichflamme ausgesetzten Theil des Kesselmauerwerks aus besten Chamotte-Steinen herzustellen. Bei rationeller Construction ist auch die Anlage einer Rauchverbrennung zweckmässig. Was die Rohrleitung betrifft, so verdienen die Flantschenröhren den Vorzug, die Zweigröhren sind aus Schmiedeeisen mit Flantschen oder aus Kupfer herzustellen.

Die Regulirungshähne bestimmen die Circulationsgeschwindigkeit des zu den verschiedenen Wasseröfen fliessenden Wassers, so dass entweder alles Wasser oder ein Theil desselben durch letztere geht. Auch kann man bestimmte Abtheilungen aus der Leitung ausschalten.

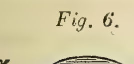
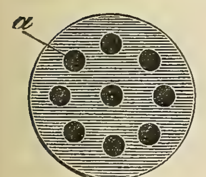


Fig. 6.

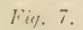


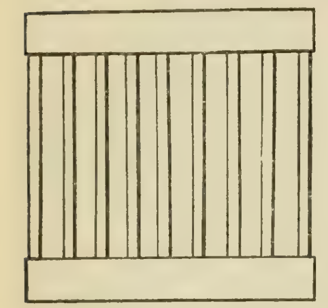
Einige Ingenieure verwerfen alle Hähne und ersetzen sie durch eine Art kleiner Wasserschieber.

Wasseröfen. Die Höhe derselben variirt nach der Grösse und Lage der zu heizenden Zimmer; sie sind aus Eisenblech gelöthet und werden hauptsächlich nach 2 Systemen gebaut: 1) Man construirt Cylinder, durch welche der Strom des Wassers circulirt, während durch mehrere im Innern liegende 2—3zöllige Röhren (Fig. 6a), welche die obere und untere Wand verbinden, Luft von unten nach oben hindurchstreicht. Die Heizfläche besteht somit aus dem Cylindermantel, der von innen

erwärmt die Wärme nach aussen abgibt, und aus den Röhren, welche von aussen mit dem heissen Wasser umspült werden und die Wärme nach innen abgeben.

2) Es besteht ein System von Röhren, durch welche das Wasser circulirt und welche die Wärme nach aussen abgeben: dieselben sind oben und unten durch flache Kasten verbunden. Die Heizfläche besteht aus der Oberfläche der Röhren und Kasten (Fig. 7). Dies System kommt vorzugsweise zur Anwendung; man kann auch noch Röhren hindurchziehen, so dass Wärme nach innen abgegeben wird und Luftcirculation eintritt.


Fig. 7.



Das erste System ist das älteste und gebräuchlichste, macht aber viele Reparaturen erforderlich, da es ausserordentlich viel Lötharbeit bedingt. Es eignet sich am besten für Kirchen und grosse Versammlungsorte, um grosse Räume bei hohen Kältegraden rasch zu erwärmen.

Das zweite System ist in dieser Beziehung wesentlich besser und auch überhaupt mehr im Gebrauch.

Die Warmwasserheizung hat im Allgemeinen den Vortheil einer angenehmen und erquickenden Erwärmung, einer leichten Verbindung mit Ventilation, einer raschen Regulirung der Wärme, welche bei Heisswasserheizung fast unmöglich ist, und mässiger Betriebskosten. Das grosse Wärmereservationsvermögen des Wassers bedingt nahezu constante Wärmeabgabe noch lange nach Schluss der Feuerung; die Wärme ist wegen der geringen Strahlung eine sehr wohlthuende.

Ihr Nachtheil besteht in den bedeuternden Anlagekosten; auch erfordert die Bedienung Sorgfalt und namentlich Sachkenntniss, da ohne diese Reparaturen nicht zu umgehen sind.

In Berlin hat sich die Warmwasserheizung für Verwaltungsgebäude und mehrere Schulen sehr gut bewährt. Die Möglichkeit, Wasser auch horizontal leicht zu leiten, spricht namentlich für die nützliche Verwendung desselben in Gebäuden mit langgedehntem Grundriss. Die Warmwasserheizung hat auch noch den grossen Vortheil, dass man die Heizkörper direct an und unter die abkühlenden Fenster placiren und durch ihre Strahlung das Gefühl der Kühlung fast ganz compensiren kann; dabei bewirkt sie eine gleichmässigere Vertheilung der Wärme, vermeidet Schmutz, Staub und bei Schulen namentlich die Störung des Unterrichts.[1])

Combinirte Luft- und Wasserheizung. Erst in der neuesten Zeit hat man dieses System, welches ein gutes Resultat verspricht, eingeführt. Der Wasserheizapparat resp. Kessel ist im Souterrain aufgestellt. Die Heizkörper (Schlangen oder Register) stehen auf dem Grunde eines senkrechten Canals, welcher zu dem zu heizenden Raume führt, so dass für jeden Raum ein besonderer Canal und besondere Heizkörper construirt werden; der Heizapparat resp. Dampfkessel versieht die Heizkörper mit heissem Wasser. Der Vortheil besteht darin, dass man nur senkrechte Canäle anlegt, so dass die durch das heisse Wasser erwärmte Luft sich schnell und ohne alle Reibung in die verschiedenen Räume erhebt (conf. Luftheizung).

Diese Einrichtung eignet sich auch ganz vorzüglich dazu, um die frische Luft, welche den Sälen der grösseren Krankenhäuser zuzuführen ist, zu erwärmen. Ein Canal, welcher vom Luftschacht ausgeht, führt die frische Luft, wie

es im hiesigen Krankenhause am Friedrichshain der Fall ist, einem im Souterrain gelegenen Raume zu, in welchem die Heizkörper aufgestellt sind. Dieser Raum hat im Fussboden des Saales eine quadratische Oeffnung, welche seitlich noch mit Heizkörpern und einem Gitterwerk für die ausströmende erwärmte Luft bis zu einer gewissen Höhe (1—1½ Meter) umgeben ist. Das Ganze wird oben mit einer entsprechenden Platte versehen, um eine gefällige Form herzustellen.

Der grosse Vortheil besteht darin, dass die einströmende Luft niemals überhitzt werden kann und daher ihre belebende Einwirkung nicht einbüsst; nach der Grösse des Saales bringt man eine oder zwei solcher Vorrichtungen an.

Die Wanderung und Wandlung des Wassers.

Die tausendfältigen Wanderungen und Wandlungen des Wassers im grossen Haushalte der Natur sind die Ursachen der gewaltigsten Phänomene in derselben; sie bieten dem Forscher unstreitig das grösste Interesse dar. Die Verdampfung des Wassers bei allen Temperaturen über und unter 0° ist die Ursache eines beständigen Wassergehaltes unserer Atmosphäre. Die Meere, Flüsse, Seen, alle Gewässer, die feuchte Erdoberfläche u. s. w. sind in beständiger Verdunstung begriffen. Ebenso trägt das Pflanzen- und Thierleben durch ununterbrochene Wasserverdunstung nicht minder zu dem ständigen, wenn auch wechselnden Wassergehalt unserer Atmosphäre bei.

Da bei gesteigerter Temperatur die Wasserverdunstung zunimmt, so ist es leicht erklärlich, dass der Wassergehalt unserer Atmosphäre bedeutenden Schwankungen ausgesetzt sein muss und dass je nach den Jahres- und Tageszeiten der Wassergehalt wechseln wird.

Die Wasserverdunstung gehört zu den grossartigsten Processen in der Natur; sie repräsentirt im Pflanzen- und Thierleben eine mächtige Kraft, welche die Säftebewegung hauptsächlich bedingt und die Ernährung befördert. Andererseits wird das Wasser bei Temperaturabnahme aus der Luft ausgeschieden und kommt in Form von Regen, Thau oder Schnee wieder zur Erde zurück und bildet die Quellen, welche zu Bächen, Flüssen oder Strömen anwachsen, um im Ocean vereinigt der Verdunstung wiederum ein unerschöpfliches Material zu liefern.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Reichhaltigkeit der Quellen mit der Regenmenge in einem bestimmten Verhältnisse steht, weshalb die Gebirge die meisten Quellen liefern, weil es hier häufiger regnet und das zu Boden gefallene Regenwasser wegen der niedern Temperatur nicht rasch verdunstet, namentlich wenn eine schützende Walddecke hinzukommt.

Auf dem unterirdischen Wege, welchen das Wasser macht, kommt es mit verschiedenen Bodenbestandtheilen in Berührung; es nimmt einen Theil derselben auf und verändert hiernach seine Bestandtheile. Schon *Plinius* sagt: Tales sunt aquae, qualis est terra, per quam fluunt.

Eine Hauptbedingung zur Auflösung der mineralischen Bestandtheile ist der Kohlensäuregehalt des Wassers; dieser Vorgang wird durch hydrostatischen Druck und eine geeignete Temperatur begünstigt.

In angebauten Ebenen, namentlich wenn das Terrain aus Sand und Geröll besteht, können nur zufällig vorhandene, tiefer liegende Thonschichten das zu rasche und tiefe Eindringen des Regenwassers verhindern. Durch die Wälder wird dasselbe in seinem Abfluss aufgehalten und in seiner Verdunstung beschränkt: die schonungslose Fällung der Wälder wird daher mit der Zeit nicht bloss Mangel an Brennstoff, sondern auch an Wasser und folglich ein Verkümmern der übrigen Vegetation bedingen und den allgemeinen Wohlstand des Landes gefährden.

Für die Vegetation ist das Wasser von der allergrössten Wichtigkeit, da durch ein Verdunsten desselben, wie schon erwähnt worden, hauptsächlich die Saftbewegung in den Pflanzen veranlasst wird. Die Blätter nehmen theils die gasförmigen Körper

auf und übernehmen die Verdunstung des Wassers, während die Wurzeln zur Aufnahme des Wassers und der in demselben enthaltenen mineralischen Nahrungsmittel neben aufgelösten Gasen dienen. Je kräftiger nun die Verdunstung ist, desto schneller findet ein Steigen der Säfte von Ast zu Ast statt und desto rascher nehmen die Wurzeln Wasser auf, wenn es reichlich dargeboten wird.

Wirkt abwechselnd grosse Nässe und Kälte, besonders nach grosser Hitze, auf die Pflanzen ein, so leiden sie durch die mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre; denn die Pflanzen sind nicht befähigt, ihre Verdunstung regelmässig fortzusetzen. Das Wasser wird zwar durch Endosmose von ihnen aufgenommen, aber in Folge der unterdrückten Verdunstung kann es nicht mehr der Zufuhr entsprechend austreten, so dass häufig ein Zersprengen der Gefässe im Innern der Pflanzen eintritt und hierdurch auch zuletzt Absterben durch Fäulniss bedingt wird.

Hierauf beruht hauptsächlich die Kartoffelkrankheit, die Hopfenkrankheit, das Bersten und Aufspringen der Weintrauben, wenn plötzlich ein anhaltender Regen eintritt.

Ist im Sommer die Verdunstung durch die Blätter stärker als die Aufnahme des Wassers durch die Wurzeln, so kränkeln die Pflanzen wegen zu geringer Wasserzufuhr, bringen aber häufig durch Blätterabwurf die Verdunstung mit der Aufnahme in's Gleichgewicht.

Nach *Liebig* besitzt die Ackerkrume ein grosses Vermögen, der feuchten Luft den Wasserdampf zu entziehen und in ihren Poren zu verdichten: man kann behaupten, dass sie in dieser Beziehung allen porösen Körpern und sogar der Schwefelsäure gleichsteht. Nur aus dieser Absorptionskraft der Ackerkrume für das Wasser ist der Umstand zu erklären, dass den Pflanzen auch während eines trocknen Sommers oder in den Tropen hinreichendes Wasser geboten wird, weil während der Nacht die atmosphärische Feuchtigkeit energisch vom Boden absorbirt wird.

Der Wassergehalt des Bodens ist somit ein nothwendiges Erforderniss für das Gedeihen der Pflanzenwelt. Das Wasser vermittelt aber nicht allein die Bewegung des Saftes, den Uebergang der mineralischen Bestandtheile des Bodens durch die Wurzeln in die Pflanzen, sondern bildet auch selbst ein unentbehrliches Ernährungselement für dieselben.

Es ist unzweifelhaft, dass das Wasser mit der Bildung und dem Bestehen aller organisirten Gebilde auf der Erde im Zusammenhange steht; sogar die meisten Mineralien enthalten das Wasser theils chemisch gebunden, theils mechanisch beigemengt.

Bei den Pflanzen waltet das Wasser vor den festen Theilen vor und zwar in verschiedenen Verhältnissen nach der Natur derselben. Alle Nahrungsmittel und namentlich die Obstarten sind sehr wasserreich: Aepfel und Birnen enthalten z. B. 80%, Möhren 86%, Kartoffeln 69—75%, Getreide 17%, Erbsen 15%, Pflaumen und Spargel 96—98% Wasser.

Den Wassergehalt der thierischen Körper schätzt man im Allgemeinen auf mehr als drei Viertel des ganzen Gewichts; das Wasser findet sich fast in allen Theilen des thierischen Körpers und namentlich in den flüssigen Gebilden.

Die starren Theile, wie die Knochen und Zähne, sind wasserärmer. Das Männerblut enthält 73—80%, das Frauenblut 75—84%, das Gehirn 73—80%, das Muskelfleisch 77,17%, die Bänder enthalten 77%, die Leber 68%, die Sehnen 50% und die Schienbeinknochen 46% Wasser.

Ein solcher Procentgehalt ist natürlich sehr verschieden, da auch im Thierkörper das Wasser mannigfaltige Wandlungen durchläuft, in denen es mehr oder weniger frei wird und durch Haut und Lunge nach den individuellen Verhältnissen, sowie nach der Temperatur der Atmosphäre flüssig oder dampfförmig wieder ausgeschieden wird.

Bezüglich der Art und Weise, wie die verschiedenen Körper das Wasser aufgenommen haben und der Form, in welcher es von der Substanz festgehalten wird, unterscheidet man:

1. Das hygroskopische Wasser, welches aus der Luft aufgenommen wird und grösstentheils auf der Porosität der Körper resp. Flächenanziehung beruht.

2. Das Krystallisationswasser, ein locker gebundenes Wasser, welches nicht aus der Substanz ausgeschieden werden kann, ohne ein gänzliches Zerfallen des Körpers zu veranlassen, wie es bei vielen Salzen der Fall ist.

3. Das Alkajest-Wasser, d. h. dasjenige Wasser, welches als allgemeines Auflösungsmittel im Blute, in der Lymphe, im Speichel und in den übrigen thierischen Flüssigkeiten, sowie im Safte der Pflanzen vorkommt.

Es gibt auch Körper, welche als Wasserverbindungen angenommen werden, wobei man sich die Elemente des Wassers in der Substanz als fest verbunden denkt, z. B. bei den Kohlehydraten (Zucker, Stärkemehl). Wird die Verbindung durch irgend einen Einfluss, wie durch Wärme, veranlasst, Wasser abzugeben, so zerfällt auch hier die Verbindung auf Kosten der Wasserbildung; letztere Form des Austritts kommt bei den vitalen Processen des Thierkörpers häufig vor.

Aus allen diesen Thatsachen geht zur Genüge hervor, wie unentbehrlich das Wasser für alles Geschaffene und namentlich für die lebendigen Organismen ist; neben dem Sauerstoff spielt es die allerwichtigste Rolle im grossen und bewunderungswürdigen Haushalte der Natur. Schon Hippocrates hat in seinem berühmten Buche: Περὶ ἀέρων, ὑδάτων, τόπων, dieses wichtigste Lebensbedürfniss gewürdigt und seinen mächtigen Einfluss auf Gesundheit und Krankheit hervorgehoben.

In Betreff der Einwirkung unreinen Wassers auf den Pflanzen- und Thier-Organismus sei nur im Allgemeinen bemerkt, dass erstere keine alkalischen, sondern viel eher saure Wässer vertragen, wohingegen Thiere leichter durch den anhaltenden Genuss von sauren Wässern afficirt werden.

Zu den Hauptaufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege gehört die Sorge für ein gutes und die physiologischen Functionen des Organimus beförderndes Wasser.

Die verschiedenen Arten von Wässern und ihre Zusammensetzung.

Das reinste Wasser ist gewöhnlich das Regenwasser; es enthält wie das Gletschereis die Bestandtheile der atmosphärischen Luft. In der Nähe des Meeres findet sich bisweilen Chlorwasserstoffsäure und nach Gewittern freie und gebundene Salpetersäure in demselben vor; Ammoniak ist gewöhnlich an Salpetersäure oder Kohlensäure gebunden. Im Sommer ist der Salpetersäuregehalt und im Winter der Ammoniakgehalt bedeutender; Spuren von Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisensalzen rühren mehr von zufälligen Verunreinigungen durch Staub etc. her. So ist es auch in sanitärer Beziehung sehr wichtig, dass man nicht selten Blei und Zink, welches von den betreffenden Dachrinnen herrührt, im Regenwasser antrifft.

Die schweflige Säure, welche als Verbrennungsproduct in der Atmosphäre vorkommt, wird ebenfalls vom Regenwasser aufgenommen, fällt mit dem Regen nieder, greift nicht selten da, wo sie sehr reichlich vorkommt, die Bedachung an, bedingt eine erhebliche Vermehrung der aufgelösten Metalloxyde und verleiht dadurch dem Regenwasser nachtheilige Eigenschaften. In gleicher Weise wirkt die Nachbarschaft einer Essigfabrik, deren Exhalationen die Lösung der Metalle bedingen und deshalb sehr unangenehme Folgen haben können.

Alles Wasser enthält Gase resp. atmosphärische Luft; in derselben ist der Sauerstoffgehalt höher als in der Atmosphäre. Schneewasser ist das sauerstoffreichste und bezüglich seiner Reinheit dem Regenwasser am ähnlichsten. Aehnlich verhält es sich mit dem Eiswasser; man hat daher den Vorschlag gemacht, schlechtes Wasser durch Gefrierenlassen zu verbessern; eine Methode, welche jedenfalls nicht ausreichend ist

Quell- und Flusswasser enthält häufig ⅓ Sauerstoff auf ⅔ Stickstoff; dieser höhere Sauerstoffgehalt kommt ganz besonders den Fischen zu Gute.

Kohlensäure kommt als gebundene und freie vor; letztere verschwindet bei Temperaturerhöhung und bei Bewegungen des Wassers. Da der Kohlensäuregehalt des Wassers die Auflösung des Kalkes bedingt, so ist es erklärlich, dass durch Entweichen dieses Gases der Kalkgehalt abnehmen muss. Je weiter das Wasser von der Quelle sich entfernt, desto mehr fallen deshalb die Kalksalze nieder, weil eben die Kohlensäure entweicht und dieselben nicht mehr aufgelöst erhält. Je nachdem das Wasser viel oder wenig Kalksalze enthält, nennt man es hart oder weich; wegen des geringen Gehaltes an Kalksalzen ist namentlich das Flusswasser gewöhnlich weicher als das Brunnenwasser.

Das Flusswasser zeichnet sich besonders durch einen geringen Gehalt an alkalischen Erden und Alkalisalzen resp. an festem Rückstande aus; die festen Bestandtheile sind entweder suspendirt (Schlamm, Trübung) oder gelöst. Erstere bestehen grösstentheils aus Thonsilicaten, letztere aus Kalksalzen und den Salzen der Alkalien. Da organische stickstoffhaltige Substanzen im Flusswasser in viel grösseren Mengen als in anderen Wässern vorhanden sind, so fehlen auch die salpetersauren und Ammoniumsalze selten in ihm.

Die geschlossenen resp. stillstehenden Wässer, z. B. Teiche etc. behalten, obschon sie durch die Excremente der in ihnen lebenden Thiere verunreinigt werden, die Reinheit, welche für die Existenz dieser Thiere erforderlich ist; höchst wahrscheinlich spielen hier der grössere Sauerstoffgehalt des Wassers so wie die Pflanzenwelt eine grosse Rolle mit.

Das Sumpfwasser enthält neben viel Alkalien und Mangan auch noch eine erhebliche Menge aufgelöster Kieselsäure, aber weniger kohlensaure Salze; das Mangan kann man als den Sauerstoffträger, welcher die Verwesung befördert, betrachten.

Im Allgemeinen ist das Sumpfwasser nicht als gesundheitsschädlich zu betrachten, so lange die Vegetation in demselben fortbesteht; wird aber diese durch irgend eine Ursache unterdrückt oder aufgehoben, so geht der lebendige Sumpf in einen todten über, welcher alsdann alle Fäulnissproducte, die überhaupt bei faulenden und verwesenden Pflanzenstoffen auftreten können, liefert. Eigentliche Sümpfe nennt man stehende Gewässer, welche bloss eine Speisung durch atmosphärisches Wasser, aber keinen Abfluss haben und wobei der Boden ein Einsickern nicht gestattet. Letzteres ist durch den thonartigen Untergrund bedingt; deshalb finden sich Sümpfe nur in gewissen Gegenden, namentlich da, wo Braunkohlenformationen vorhanden sind, welche das Vorkommen des blauen Letten als Untergrund bedingen. In Wäldern, wo das Wasser schwieriger zur Verdunstung kommt, wird die Sumpfbildung begünstigt; bisweilen sammelt sich das Wasser auch vor Abhängen an und zieht nur zum kleinsten Theil in die Erde hinein, wodurch alsdann unter begünstigenden Umständen ein Sumpf entsteht.

Solche stehenden Gewässer geben zu einer üppigen Vegetation verschiedener Wasserpflanzen Veranlassung; ausser Ledum palustre, Lotus uliginosus sind es besonders die Sphagnum-Arten, die Torfmoose, welche hier einen günstigen Boden finden. Sie verursachen durch den jährlichen Abwurf ihrer Wurzel und alten Blatt- und Rankenbildung die Entstehung einer holzfaserähnlichen Masse, welche unter Wasser der weiteren Zersetzung unterliegt und alsdann ihre Mineralsubstanz in löslicher Form dem Wasser mittheilt; diese dient wiederum zur Ernährung der nächsten Vegetation, wohingegen der eigentliche holzfaserähnliche Theil unter Abgabe von gasförmigen Producten als humose Substanz ausgeschieden wird und so zur Bildung von Torf Veranlassung gibt. Da letzterer auch noch nach Jahrzehnten einer fortwährenden weiteren Verwesung unterliegt, so wird er immer wasserstoffärmer und kohlenstoffreicher; seine Structur wird nach und nach eine festere und dadurch zur Benutzung als Brennmaterial geeigneter.

Die gasförmigen Producte des verwesenden holzfaserähnlichen Theils liefern die sogenannten Sumpfgase, welche hauptsächlich aus leichtem Kohlenwasserstoff und Kohlensäure bestehen. Schwefelwasserstoff und der die Menschen noch immer irreleitende Phosphorwasserstoff können hier unmöglich entstehen, da 1) ein zu grosser Sauerstoffgehalt des Wassers durch die Vegetation bedingt ist und 2) das Vorwalten verschiedener Metalloxyde, wie Mangan und Eisen, das Auftreten dieser Gase gar nicht zulassen. In Sümpfen und Mooren bilden sich nämlich stets Rasenerze, Eisenoxydmassen, welche mit phosphorsaurem, basisch schwefelsaurem Eisen und

etwas Schwefeleisen gemengt sind; Bohnerz besteht namentlich aus diesen Bestandtheilen.

Aus Allem ist ersichtlich, dass nicht jeder Sumpf an und für sich einen schädlichen Einfluss ausübt, was auch schon daraus hervorgeht, dass verschiedene Thiere in und an Sümpfen leben. Bekanntlich leben Frösche, Unken, Vipern, Salamander im Sumpfwasser, während Schnepfen, Störche und Dickhäuter vorzugsweise an den Sümpfen verweilen; mehrere der verschiedenen Arten des Wasserhuhns leben sogar während der ganzen Brutzeit auf dem Wasser in Nestern. Jeder Sumpf bedingt aber stets eine Erhöhung der atmophärischen Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeitszunahme wird durch drei Ursachen herbeigeführt. 1) Die Temperatur des Sumpfes als eines stillstehenden Wassers steigt während des Sommers mit der erhöhten Lufttemperatur, es wird daher im Verhältniss zur Höhe der letztern auch eine vermehrte Wasserverdunstung stattfinden; 2) bildet die Sumpfvegetation eine unendlich vergrösserte Oberfläche, welche stets die Verdunstung einer entsprechenden Wassermenge zulässt und zwar unabhängig von der Temperatur, da das Wasser bei jedem Temperaturgrade verdunstet; nur hat man es in der kälteren Jahreszeit mit einer nasskalten und in der wärmeren mit einer feuchtwarmen Atmosphäre zu thun. Endlich 3) reissen die Gase, welche sich aus dem Sumpfe reichlich entwickeln (Kohlensäure, Sumpfgas, Stickstoff), stets Wassertheilchen mit sich fort und tragen auf diese Weise ebenfalls zur Vermehrung der atmosphärischen Feuchtigkeit bei.

Dazu kommt ein zweiter Factor; es ist nämlich seit langer Zeit bekannt, dass die Luft der Sumpfgegenden vorzugsweise viele pflanzliche Organismen enthält. Die ersten Untersuchungen sind in dieser Beziehung von *Moscati* in den Reisfeldern von Toscana gemacht worden, indem derselbe durch mit Eis gefüllte Glaskolben, welche er in einiger Entfernung vom Boden aufhing, die Feuchtigkeit der Luft zu verdichten suchte. Aehnliche Versuche stellte *Brocchi* in Rom und in den Sümpfen des Languedoc an. Auf diese Weise erhielt man eine Flüssigkeit, welche wegen ihres Gehaltes an organischen Stoffen sehr bald in Fäulniss überging und bei einigen Thieren, welche dieselbe genossen, tödtliche Wirkung erzeugt haben soll (?), bei anderen aber wirkungslos blieb; die Sumpfluft betrachtet man deshalb als Sumpfmiasma und bezeichnet sie als Malaria (Aria cattiva).

Die neuesten Untersuchungen über die Sumpfluft rühren von *Salisbury*[2]) her, die derselbe in den malariareichen Thälern der Flüsse Ohio und Missisippi anstellte. Er behauptet, im Speichel, Mund- und Nasenschleim, sowie constant im Urin der Kranken, in dem über Pfützen und sumpfigem Boden aufgefangenen Condensationswasser und in der Luft in einer Höhe von 35—60 Fuss, an einigen Orten bis 100 Fuss über der Ebene, sehr kleine Zellen, einzeln oder aneinander gereiht, mit einem deutlich unterscheidbaren Kern und einer zarten Zellenmembran gefunden zu haben, welche er für zur Species Palmella gehörige Algenzellen hielt. Dieselben sollen nur während der Nacht in den vom Boden aufsteigenden feuchten Exhalationen suspendirt sich in die Luft erheben und bald nach Aufgang der Sonne wieder auf den Boden zurückfallen.

Diese Beobachtung bedarf jedoch noch sehr der Bestätigung, und namentlich ist die Beschreibung der Zellen noch viel zu ungenau und nicht charakteristisch genug, um daraus schon einen bestimmten Schluss ziehen zu können. *Wood*[3]) hebt mit Recht hervor, dass die Palmella als chlorophyllhaltige Pflanze des Lichtes bedarf und deshalb im Thierkörper nicht fortkommen kann. Er und ein anderer Arzt schliefen monatelang in Zimmern, in welchen mehrere Palmella-Arten gezogen wurden, und verschluckten ausserdem zu Tausenden von diesen Pflänzchen, ohne von Intermittens befallen zu werden. Nur so viel steht fest, dass die Sumpffieber, die intermittirenden und remittirenden Fieber mit besonderen Bodenverhältnissen und der mit ihnen correspondirenden Luftbeschaffenheit in causalem Zusammenhang stehen. Mit höchster Wahrscheinlichkeit spielt hier neben dem hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft die Fäulniss von vegetabilischen Stoffen eine Hauptrolle.

Die Erfahrung, dass manche Lungenkranke sich in der Nähe von Sümpfen wohler fühlen, weshalb man sogar Sumpfluft gegen Lungentuberkulose empfohlen hat, spricht dafür, dass die reizende Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs durch die Sumpfgase modificirt wird. Andererseits kann aber auch die belebende Einwirkung des Sauerstoffs auf das Blut und den Stoffwechsel gesunder Menschen dadurch bedeutend alterirt werden, so dass beim Hinzutritt einer beständig feuchten Atmosphäre leicht Veranlassung zur Entstehung von intermittirenden Fiebern gegeben wird; jedenfalls soll man keine Wohnungen in der Nähe von Sümpfen errichten; gänzlich unzulässig ist dies, wenn es sich um öffentliche Anstalten, Schulen, Seminare u. s. w. handelt.

Bei der Frage über den Einfluss der Sümpfe auf die Gesundheit der Menschen und Thiere muss man stets die Veränderungen, welchen ein Sumpf aus-

gesetzt sein kann, berücksichtigen. Sobald nämlich die Vegetation des Sumpfes schwindet sei es durch gewaltige Naturereignisse, grosse Trockenheit u. s. w. oder durch Kunst, so treten die Ursachen, welche das Auftreten der Fäulnissproducte verhindern, in den Hintergrund. Die Sauerstoffzufuhr durch die Pflanzen wird alsdann gänzlich abgeschnitten und dadurch der Fäulniss- resp. Verwesungsprocess in ein ganz anderes Stadium gebracht, wobei nicht allein Sumpfgas und Kohlensäure, sondern auch **Schwefelwasserstoff, Buttersäure, Baldriansäure u. s. w. auftreten;** gleichzeitig verschwindet alle Thierwelt und der Sumpf ist im wahren Sinn des Wortes ein todter geworden. Erst nachdem das Wasser gänzlich verdunstet oder abgeführt und der Sumpf trocken gelegt worden ist, bildet sich auf der humosen Substanz eine Grasnarbe, welche besonders mit Rumex-Arten und Orchideen versehen ist. Tritt dagegen durch zu grosse Wasserzufuhr ein Ueberschwemmen dieser Grasnarbe ein, kommt dazu im Winter noch der Frost, so verschwindet nicht bloss das Gras, sondern auch die übrigen Pflanzen gehen durch Absterben der Wurzel und Zerstörung der Keimfähigkeit ihrer Samen im Frühjahr zu Grunde: bleibt alsdann das Wasser im Sommer stehen, so tritt wiederum die Vegetation der ersteren Art ein, womit sich gleichzeitig die Thierwelt wieder einfindet.

Diese sind die sogenannten regenerirten Sümpfe, womit alsdann die schädlichen Einflüsse für die Thierwelt wieder verschwinden: hier kann besonders der erhöhte Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre zu Erkältungskrankheiten oder bei vorhandener Disposition der Constitution zu Malaria Veranlassung geben. — Dagegen bietet der todte Sumpf alle ätiologischen Momente dar, welche bei Thieren Milzbrand, bei Menschen die Entwicklung von Cholera, Typhus und anderen Fieberkrankheiten befördern können. Die Austrocknung des Haarlemer Meeres hat den besten Aufschluss über alle diese Verhältnisse geliefert, da sich dort je nach den verschiedenen Zuständen, welche durch die Trockenlegung herbeigeführt wurden, auch die verschiedenen Einflüsse geltend machten.

Der Morast ist stets ein todter Sumpf, da jede Vegetation und alles animalische Leben in demselben fehlen: auch die künstlich angelegte Flachsröstgrube ist ein Morast Moor, Torfmoor ist stets ein lebendiger Sumpf: Bruch wird gewöhnlich ein Sumpf genannt, welcher mit grösseren baumartigen Pflanzen, namentlich mit Eschen und Erlen bewachsen ist.

Die Brackwässer an Flüssen und Meeren, eine Vermischung von Salz- und Süsswasser, stellen ein Mittelding von Morast und Sumpf dar. In der ersten Periode nähern sie sich mehr dem Sumpfe und werden durch das Verdunsten oder Zurücktreten des Wassers, wobei die spärliche Vegetation und die Thierwelt gänzlich vernichtet werden, allmählig in einen Morast verwandelt: hiermit beginnt und vermehrt sich alsdann auch ihr schädlicher Einfluss auf die Gesundheit der Menschen.

Wasseransammlungen, welche zur Seite von Flüssen, Bächen u. s. w. entstehen, mit dem Spiegel des Flusses fallen oder steigen oder auch ganz verschwinden, wenn der Flussspiegel unter ihr Niveau sinkt, können nicht als Sümpfe bezeichnet werden. Dagegen sind die Deltas verschiedener Flüsse, z. B. des Nil, Po, der Donau, Weichsel u. s. w. lebendige Sümpfe, welche durch theilweise Trockenlegung einen günstigen Boden für den Anbau verschiedener Nährpflanzen, z. B. von Sumpfhirse, Reis, Mais u. s. w. bieten.

Reisfelder werden hauptsächlich nach der Ernte ungesund, wenn die zurückgebliebenen Wurzelstöcke in dem feuchten Terrain der Verwesung unterliegen. Auch die Pontinischen Sümpfe sind bekanntlich im Sommer, wenn das Wasser durch Verdunstung zurücktritt und die Vegetation in Abnahme begriffen ist, am schädlichsten. Wäre es möglich, in allen Sumpfgegenden perennirende und sich regenerirende Sumpfpflanzen anzubauen, so würden sie alle gefährlichen Eigenschaften verlieren.

Der Vorschlag des amerikanischen Schiffslieutenants *Maury*, Sümpfe mit Helianthus annuus zu bepflanzen, wird bei dem eigentlichen Sumpfe auf eine absolute Unmöglichkeit stossen, dagegen in den Fällen angezeigt sein, wenn das Terrain nur im Frühjahr sumpfiger Natur ist und somit der Entwicklung dieser Pflanze bei der dazu erforderlichen Wärme eine grosse Wasserzufuhr bietet, aber während der Blüthezeit durch die kräftige Entwicklung der Blätter so weit ausgetrocknet wird, dass der Samenbildung, welche stets bei verminderter Verdunstung stattfindet, kein Hinderniss in den Weg tritt. Die Brackwässer sind wegen ihres Salzgehalts und der gleichzeitig verwesenden stickstoffhaltigen Substanzen sehr beachtungswerth: die verwesenden Fische und Conchilien, welche mit dem Fortgehen des Wassers sich nicht entfernen können, führen eine ächte Fäulniss unter Entwicklung von Schwefelammonium, flüchtigen Fettsäuren etc. und damit einen höchst unangenehmen Geruch herbei.

Die Art und Weise der Zersetzung in solchen Morästen wird durch die specifische Einwirkung der sich entwickelnden Producte auf Metalloxyde erklärt. So gibt z. B. faulendes Blut im ersten Stadium sehr übelriechende Gase, welche in den betreffenden

Metalloxydlösungen keine Schwefelmetalle erzeugen: sie sind grösstentheils reducirender Wirkung, ihrer eigentlichen Natur nach aber nicht näher erforscht. Erst viel später erhalten sie das Vermögen, Schwefelmetalle zu erzeugen, offenbar in Folge des Auftretens von Schwefelwasserstoff und Ammonium. Zuletzt hört auch diese Wirkung auf und nun sind es nur noch die Metalloxyde der alkalischen Erden, welche durch die sich entwickelnden Gase in kohlensaure Salze verwandelt werden.

Wenn ein Fluss aufgehalten und seine Strömung vermindert wird, z. B. wenn an einzelnen Stellen Wehre angebracht werden, so entsteht bei der geeigneten Temperatur, welche wenigstens 13° C. betragen muss, Fäulniss im Schlamme des Flussbettes. Nach *Frankland*[4]) besteht die zuverlässigste und empfindlichste Probe, um den im Wasser vor sich gehenden Fäulnissprocess nachzuweisen, in der Bestimmung des relativen Verhältnisses von Sauerstoff zum Stickstoff in den im Wasser gelösten und von ihm absorbirten Gasen.

Das normale Verhältniss des in den aufgelösten Gasen enthaltenen Sauerstoffs zum Stickstoff muss 1 : 2,02 betragen. Sobald das Wasser in Fäulniss übergeht, verändert sich dieses Verhältniss, indem der Sauerstoff des Wassers grösstentheils verzehrt wird; so fand *Frankland* in einem Flusse, welcher fauligen Geruch entwickelte und eine Temperatur von 15,5° C. hatte, das Verhältniss des Sauerstoffs zum Stickstoff wie 1 : 25.

Nicht unerwähnt kann hier das Bilsch- oder sogenannte Kielwasser der Schiffe bleiben. Als eine Mischung von See- und Regenwasser ist es um so mehr dem Fäulnissprocess unterworfen, als die verschiedensten Abfälle, Ratten u. s. w. in dasselbe gelangen; der ekelerregende Geruch desselben macht schon viele Menschen seekrank. Die Schiffshygiene liegt in dieser Beziehung noch sehr im Argen und die Versuche, die vielfach hier vorkommenden sanitätswidrigen Umstände zu beseitigen, könnten noch mit mehr Energie betrieben werden. Ob nicht das häufige Vorkommen der Cholera, selbst des gelben Fiebers, Typhus u. s. w. mit solchen localen Einflüssen in Verbindung steht, bedürfte noch einer genauern Untersuchung. Korn-, Reis- und Zuckerladungen sind in Bezug auf die Verunreinigung des Bilschwassers am berüchtigsten.[5])

Trink- und Brunnenwasser.

Die grosse Bedeutung eines guten Trinkwassers hat sich schon im frühesten Alterthum geltend gemacht. Die Brunnen dienten häufig als Versammlungsort und wurden dadurch der Mittelpunct von Ansiedelungen. Sowohl im alten, als im neuen Testamente wird das Trinkwasser als das wichtigste Lebensbedürfniss bezeichnet; selbst in bildlicher Beziehung bedeutet Wasser Mark und Saft des Lebens. Und doch konnte diese grosse Wahrheit wieder in Vergessenheit gerathen! Erst seitdem die Erweiterung der Städte, die Verderbniss des Untergrundes und der vielfältige Genuss filtrirten Cloakenwassers die öffentliche Gesundheitspflege wieder neu belebt haben, wurde auch dem Trinkwasser die gebührende Sorgfalt von Neuem zugewendet.

Die Bestandtheile des Trink- und Brunnenwassers kann man eintheilen: 1) in Erdalkalien, namentlich Kalk und Magnesia; 2) in Alkalien, hauptsächlich Natron und Kali; 3) in Metalloxyde, besonders die Oxyde von Eisen und Mangan; 4) in Säuren, unter denen Schwefelsäure und Kohlensäure selten fehlen.

Bei Wasser aus Alluvialboden kommen auch Salpetersäure, salpetrige Säure, Quellsäure, Quellsalzsäure, Humussäure, seltener Phosphorsäure vor. Gelangen putride Stoffe in das Trinkwasser, so lassen sich Spuren von Essigsäure, Propion-, Butter- und Essigsäure nachweisen.

Gang bei der qualitativen Analyse des Wassers. Man beachte zunächst die physicalischen Eigenschaften: Farbe, Geruch, Geschmack, Klarheit oder Trübsein. In letzterem Falle muss das Mikroskop über die Natur der suspendirten oder abgelagerten Stoffe entscheiden; man prüfe ferner das Verhalten gegen Reagenspapier und bei erhöhter Temperatur.

Die Summe der fixen Bestandtheile wird in der Weise bestimmt, dass man 200 Ccm. des Wassers in einer tarirten Platinschale abdampft, den Rückstand bei 120° C. bis zum constanten Gewicht trocknet und abwiegt.

Durch Glühen des Rückstandes bis zur Zerstörung der organischen Gemengtheile, Befeuchten mit Ammoniumcarbonat und abermaliges Trocknen bis 120° C. erhält man

annäherungsweise die Summe der organischen Bestandtheile. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Magnesium-, Aluminium- und Eisenoxydsalze durch Glühen ihre Säuren ganz oder theilweise verlieren, sowie dass salpetersaure und essigsaure Salze partiell zersetzt werden.

Durch Kochen werden Wässer, welche die Bicarbonate von Calcium, Magnesium und Eisen enthalten, selten getrübt: ist dies der Fall, so wird bis zur vollständigen Klärung gekocht und nach vollständigem Absetzen des Niederschlags filtrirt.

War Eisen vorhanden, so ist dieses mitgefällt worden: es färbt das weisse Präcipitat gelblich oder röthlich. Genauer wird Eisen im Wasser nachgewiesen, wenn zum unveränderten Wasser Ammoniumsulfhydrat gesetzt wird, da hierdurch ein grünschwarzer oder bei Gegenwart von Thonerde ein weisslich-grüner Niederschlag entsteht. Die Thonerde wird als weisser gallertartiger Niederschlag durch Ammoniak gefällt, welcher bei Gegenwart von Eisen bräunlich wird. Die durch Erwärmen mit Ammoniak resp. Ammoniumsulfhydrat von Thonerde und Eisen befreite Flüssigkeit wird filtrirt.

War Schwefelammonium verwendet worden, so wird der Schwefelwasserstoff durch Digestion mit Salzsäure unter Zusatz von Salpetersäure zerstört und der ausgeschiedene Schwefel abfiltrirt. Das ammoniakalisch gemachte Filtrat wird so lange mit Oxalsäure versetzt, als dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Es wird hierdurch Kalk gefällt; hat sich dieser nun durch gelindes Erwärmen gänzlich ausgeschieden, so wird auf's Neue filtrirt.

Ein Theil des Filtrats wird mit Natriumphosphat erwärmt: ein krystallinischer Niederschlag bekundet die Anwesenheit von Magnesiumsalzen. Der andere Theil der Flüssigkeit wird abgedampft und bis zur Verjagung der Ammoniumsalze geglüht. Der Rückstand wird in wenig Wasser gelöst, ein Theil mit Platinchlorid und Alkohol versetzt: ein orangegelber Niederschlag beweist die Gegenwart von Kaliumsalzen. Der andere Theil wird mit absolutem Alkohol übergossen und dieser angezündet: eine gelbe Flammenfärbung verräth die Gegenwart von Natriumsalzen.

Beide Reactionen können auch auf die Weise verbunden werden, dass ein höchst feiner Platindraht in die Lösung getaucht und damit möglichst beladen wird; wird dieser Draht nun in einer Flamme glühend gemacht, so erscheint dieselbe bei Natriumgehalt gelb gefärbt. Betrachtet man dieselbe hierauf durch ein blaues Kobaltglas, so erscheint sie bei Gegenwart von Kaliumgehalt roth.

Da in den gewöhnlichen Wässern der Gehalt an Magnesium- und Alkalisalzen ein unbedeutender ist, so erscheint es zweckmässiger, die von dem Calciumoxalat abfiltrirte Flüssigkeit nicht zu theilen, sondern dieselbe direct abzudampfen, die Ammoniumsalze durch Glühen zu verjagen und den Rückstand mit einer concentrirten Oxalsäurelösung zu übergiessen, wieder abzudampfen und zu glühen. Das Residuum wird mit Wasser ausgekocht, wobei Magnesiumsalze ungelöst bleiben, welche nach dem Abfiltriren für sich ebensowohl wie das Filtrat auf Alkalien näher untersucht werden können.

Ammoniak wird am besten besonders in einer neuen Portion Wasser dadurch nachgewiesen, dass man eine grössere Menge nach dem Ansäuern mit Salzsäure durch Abdampfen concentrirt und Phosphormolybdänsäure hinzufügt. Nach einigem Stehen in einem Ammoniakdämpfen nicht zugänglichen Gefässe scheidet sich bei Gegenwart von Ammoniak ein citronengelber pulvriger Niederschlag aus.

Diese Methode ist zuverlässiger als die Anwendung des *Nessler*'schen Reagens, der bekannten Mischung von Jodquecksilber, Jodkalium und Aetzkali, da bei Gegenwart von organischen Körpern durch dieses Mittel auch eine Färbung veranlasst werden kann.

Sind auf diese Weise die gewöhnlich vorkommenden Basen in einem Wasser dargethan worden, so werden die Säuren am bequemsten in einzelnen Proben nachgewiesen.

Kohlensäure fehlt fast nie. Beim gelinden Erwärmen des Wassers entweicht sie in perlenden Blasen, während sich die gelösten Erdcarbonate ausscheiden.

Schwefelsäure gibt mit Chlorbarium einen weissen, in Wasser und verdünnter Salzsäure unlöslichen Niederschlag.

Chlorwasserstoffsäure gibt mit Silbernitratlösung einen weissen käsigen, in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak löslichen, am Sonnenlicht sich schwärzenden Niederschlag.

Salpetersäure wird dadurch nachgewiesen, dass in einer Porzellanschale eine Probe Wasser mit absolut chemisch reiner Schwefelsäure übergossen wird, nachdem vorher einige Tropfen einer wässrigen Brucinlösung zugefügt worden; wird die Mischung durcheinander gerührt, so bringen auch Spuren von Salpetersäure eine mehr oder minder hervortretende rothe Färbung hervor. Man muss hierbei aber von der chemischen Reinheit der Schwefelsäure überzeugt sein. [6])

Der Nachweis der salpetrigen Säure ist schwierig. Man empfiehlt zu dem Ende 20 CC. des zu untersuchenden Wassers in einem Reagensgläschen mit 1 CC. Stärke-

kleister und 0,5 CC. Jodkaliumlösung (1 : 200) zu versetzen und stehen zu lassen: bei Spuren von salpetriger Säure soll sich die Flüssigkeit nach einigen Minuten schwach violettblau, bei stärkerm Gehalt schön blau färben. Hierbei ist nur zu bedenken, dass durch dieses Verfahren die salpetrige Säure mit der Salpetersäure zusammen bestimmt wird [7]).

Schwefelwasserstoff schwärzt in's Wasser getauchtes Bleipapier und erzeugt mit Nitroprussidnatrium nach Zusatz von Kali eine vorübergehende schöne Purpurfärbung.

Werden bei der qualitativen Probe grössere Mengen von Chlor, Schwefelsäure und namentlich von Salpetersäure gefunden, so ist eine quantitative Analyse des Wassers erforderlich; diese wird im Allgemeinen nach den bekannten analytischen Methoden ausgeführt. Die Salpetersäure wird als Ammoniak oder Stickoxyd und die organischen Beimengungen werden durch Kaliumhypermanganat bestimmt. Letzteres weist jedoch nur das Vorhandensein von organischen Stoffen überhaupt nach; die Frage nach Art und Menge der organischen Stoffe wird dadurch nicht einmal annähernd erledigt

Fleck [8]) empfiehlt zum Nachweis organischer Substanzen im Brunnenwasser eine alkalische Silberoxydullösung, nämlich 17,0 Grm. Silbernitrat, 50,0 Grm. unterschwefligsaures Natrium, 48,0 Grm. Natriumhydrat auf 1 Liter Aq. destill. 10 CC. davon sollen für 100 CC. des zu untersuchenden Wassers verwendet werden. Nach *Blass* vermag man jedoch nach dieser Methode die organischen Substanzen im Brunnenwasser nur summarisch annähernd zu bestimmen: $^1/_{2000}$ Urin kann mit dieser Mischung nicht mehr nachgewiesen werden, selbst dann nicht, wenn man 500 CC. davon benutzt. [9])

Bei Untersuchung des Trinkwassers kann der Gebrauch des Mikroskops nicht mehr umgangen werden, da auch das Vorhandensein der kleinsten Organismen, welche an der Grenze des Thier- und Pflanzenlebens stehen, schon von vornherein einen Schluss auf die schlechte Beschaffenheit des Wassers erlauben. Die Schizomyceten leben nur von den in Auflösung und Fäulniss übergegangenen stickstoffhaltigen organischen Verbindungen. Weisse bräunliche Flöckchen oder Häutchen (Zoogloea) verleihen dem Wasser häufig eine opalisirende Trübung; bewegliche Bacterien trüben eine Flüssigkeit gleichmässig, während die ruhenden sich als freier Bodensatz ansammeln und ein feines Häutchen an der Oberfläche bilden. Ein Wasser, welches diesen Mikrozoën eine Brutstätte liefert, ist als Nahrungsmittel gänzlich zu verwerfen. Auch Wasserpilze (Mycelien) sind stets verdächtig, da sie nach der Art und Weise ihrer Ernährung das Vorhandensein von zersetzten stickstoffhaltigen thierischen oder pflanzlichen Substanzen vermuthen lassen; namentlich steht Crenothrix polyspora in üblem Rufe.

Die Grundwasser-Alge (Palmella flocculosa) ist ganz unschädlich und das Vorhandensein von Diatomeen und grünen Algen spricht sogar für reines Wasser. Auf Seeschiffen überlässt man das Trinkwasser nicht selten sich selbst, indem man die Oberfläche desselben mit einem schwimmenden Tuch bedeckt; es bilden sich alsdann massenhaft Algen, welche als Sauerstoffquelle den Verwesungsprocess beschleunigen, die verwesbare Substanz consumiren und das theilweise verdorbene Wasser wieder trinkbar machen. In Bucharest macht man das trübe Wasser der Dumbowitza dadurch trinkbar, dass man es in Tonnen, welche inwendig mit Algen bekleidet sind, in der Stadt verkauft. Dieses Wasser ist sogar sehr beliebt und ein altes Volkslied hat den Refrain: „Dumbowitza süsses Wasser! wer es trinkt, kann's nie vergessen."

Was die Infusorien betrifft, so weisen nach *Ferd. Cohn* die Monaden, Glaucoma scintillans, Cyclidium oxytricha, Pellionella und Lamella, Amphileptus, Mellagris etc. auf die Gegenwart von Fäulnissproducten hin; nur die Navicula- und Gallionella-Arten machen eine Ausnahme (s. Sauerstoff.) Für die Reinheit des Wassers spricht das Vorhandensein der zur Gattung der Kieferfüsse (Entromastraceen) gehörenden und mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Thierchen, so lange sie sich im Wasser lebenskräftig bewegen. Hierher gehören der Wasserfloh (Cypris conchacea), der Hüpferling und die Wasserläuse (Daphnia pulex, Cyclops quadicornis, Cyclops staphylinus). In einem Wasser, dessen Genuss dem Menschen schädlich ist, sterben auch diese Thierchen ab; treiben ihre Cadaver in einem solchen Wasser herum, so liefert dies den sichersten Beweis, dass es verdorben und als Getränk schädlich ist. [10])

Die Menge von fremden Substanzen, welche sich in unreinem Brunnenwasser auffinden lassen, ist wegen ihrer Mannigfaltigkeit nicht ausführlich anzugeben. Beispielsweise ist zu erwähnen, dass *Lebert* im Breslauer Trinkwasser fand: Splitter von faulem Holz, Gänsefeder, Fäden von Wolle, Baumwolle, Flachs, Reste von Mückenlarven, Tracheen von Insekten, Fäcalstoffe als bräunliche Flocken im Zusammenhange mit deutlichen Nahrungsstoffen, Pflanzenzellen, Spiralgefässen, verwestes Pflanzengewebe, theils Zungenepithel, Leptothrixfäden, Rattenhaare, Flügel einer Fliege, Fussglieder einer Spinne, Splitter von Kalk, Kiesel, Eisen etc. [11])

Nach *Koch* in St. Petersburg unterliegt es keinem Zweifel, dass die breiten Bandwürmer (Bothriocephalus latus) auf den Menschen mittels des Trinkwassers und zwar meist als Embryonen oder auch als Eier übertragen werden können; die Embryonen könnten sich in süssem Wasser in den Eiern entwickeln und in demselben wandern. Mit dem Flusswasser könnten sie als Getränk in den Darm der Säugethiere übertragen werden und sich dort nach einiger Zeit zu geschlechtsreifen breiten Bandwürmern entwickeln. Bekanntlich kommt der Bothriocephalus latus nur in den westlichen Provinzen und östlichen Gouvernements von Russland, sowie in der Schweiz, in Schweden und in Polen vor.

Schmidt will in dem schlechten Brunnenwasser zu Dorpat sogar nicht selten Embryonen von Distoma, Bothriocephalus u. s. w. gefunden haben. *Mosler* nimmt an, dass die Einführung von Ascarideneiern mit dem Trinkwasser zur Entwicklung von Spulwürmern im Darmcanal nicht genüge, obgleich andere Autoren unreines Trinkwasser für geeignet halten, Helminthen zu verbreiten.[12] Ausserdem sind noch zufällige metallische Verunreinigungen des Trinkwassers, z. B. mit Blei beim Gebrauch von Bleiröhren, zu beachten.

Nicht grade selten werden die Brunnenwässer mit Phenol (Carbolsäure), das aus den Gasröhren in's Wasser dringt, verunreinigt; 1 Th. davon lässt sich noch in 57100 Th. Wasser auf folgende Weise erkennen: Man setzt Bromwasser zu dem zu untersuchenden Wasser, wodurch sich entweder sofort ein gelblichweisser flockiger Niederschlag ausscheidet oder, bei grosser Verdünnung, sich nach mehreren Stunden ein krystallinischer Niederschlag bildet. Der Niederschlag wird mit Natriumamalgam geschüttelt und schwach erwärmt, wodurch das Phenol wieder restituirt wird und leicht erkannt werden kann; sehr zweckmässig ist es, in einem solchen Falle grosse Mengen des Wassers zu destilliren und einen Theil des Destillats zu untersuchen. Die feinste Reaction auf Phenol besteht darin, dass man dasselbe mit einer von salpetriger Säure vollkommen freien Quecksilberoxydulnitratlösung versetzt; beim Kochen entsteht alsdann unter Reduction des Quecksilbers eine rothe Färbung der Flüssigkeit.

Schliesslich verdient hier noch die Untersuchung des Wassers mittels des elektrischen Lichtes nach *John Tyndall* Erwähnung, welche nur insofern ein gutes Hülfsmittel gewährt, als dabei der prägnante Unterschied zwischen verschiedenen Brunnenwässern sogleich in die Augen fällt. Wenn man nämlich den Strahl einer elektrischen Lampe durch mehrere Flaschen Wasser fallen lässt, so ist die Bahn desselben um so deutlicher, je grösser die Menge der darin enthaltenen festen Theile ist, welche das Licht zerstreuen; unsichtbar bleiben aber die darin gelösten Verunreinigungen.

Die Erfordernisse, welche man an ein gutes Trinkwasser stellen soll, lassen sich nach den vorliegenden Erfahrungen in folgender Weise formuliren:

1) Ein gutes Trinkwasser soll klar, farb- und geruchlos sein.
2) In 100,000 Th. Wasser dürfen enthalten sein:

an festen Rückständen	10—50 Th.	(0,10—0,50 Grm. im Liter)
an Gesammtkalk . .	18—20 -	(0,18—0,20 - - -)
an Salpetersäure . .	0,4 - 0,6 -	(0,004-0,006 - - -)
an organ. Substanzen .	1,0 - 5,0 -	(0,010-0,050 - - -)
an Chlor	0,2 - 0,8 -	(0,002-0,008 - - -)
an Schwefelsäure . .	0,2 - 6,0 -	(0,002-0,063 - - -)

Was die organischen Substanzen betrifft, so ist noch zu erwähnen, dass die Ansichten über die Menge des zu verbrauchenden Kaliumhypermanganats, um ein Trinkwasser als brauchbar zu erklären, noch sehr differiren. Nach Pettenkofer darf ein trinkbares Wasser höchstens 5 Theile durch übermangansaures Kalium zerstörbare organische Substanzen auf 100,000 Th. (im Liter 50 Mgr. entsprechend 10 Mgr. $KMnO_4$) enthalten; Reichardt gestattet dagegen bei Wasserleitungswasser nur einen Verbrauch von 2—4 Mgr. $KMnO_4$ auf 1 Liter.

Nach allen Erfahrungen dürfte im Ganzen und Grossen, wenn man es nicht mit einem torfigen Boden zu thun hat, der Pettenkofer'schen Ansicht beizutreten sein, wobei jedoch nicht zu vergessen ist, dass es sich bei der Benutzung des Kaliumhypermanganats nur um eine oberflächliche Prüfung handeln kann.

3) Ein Gehalt an Ammoniak weist auf die Nothwendigkeit hin, das Brunnenwasser zu verbessern.

4) Grössere Mengen von Nitraten sind stets verdächtig, wenn das Wasser nicht aus einem Kalkboden stammt, welcher stets mehr oder weniger salpetersaure Salze enthält; finden sich neben denselben noch Chloride und Phosphate, so kann man in den meisten Fällen auf einen verdächtigen Ursprung dieser Verbindungen schliessen.

5) Der Kohlensäuregehalt bedingt nicht immer die Güte des Wassers; der Ursprung der Kohlensäure muss stets massgebend sein.

6) Die Temperatur des Wassers darf nur geringen Schwankungen unterworfen sein.

7) Als Trinkwasser eignet sich am besten ein nicht zu hartes Quellwasser.

8) Filtrirtes Flusswasser kann als Trinkwasser den Anforderungen der Hygiene entsprechen und unter Umständen das Quellwasser ersetzen.

9) Bedingen die örtlichen Verhältnisse die Benutzung des Regenwassers, so muss für die richtige Art der Ansammlung und der Aufbewahrung Sorge getragen werden. [13])

Construction der Brunnen in sanitärer Beziehung. Die öffentlichen Brunnen bedürfen ganz besonders der polizeilichen Beaufsichtigung, um sie vor jeder Verunreinigung zu schützen; man sollte solche Brunnen wie ein Heiligthum betrachten und ihnen die hohe Bedeutung, welche sie in den frühesten Zeiten und bei den ältesten Völkern genossen, wiedergeben.

Alle Brunnen müssen hinreichend entfernt von allen Schling- und Senkgruben liegen; der Quellstein muss einen hermetischen Verschluss haben; alles Spülen und Waschen unter der Ausgussröhre ist zu verbieten und die nächste Umgebung einer jeden Pumpe bedarf ein höher liegendes Geschränk, um alle überirdische Zuflüsse zu verhüten. Die Rinnsteine der Strassen dürfen niemals über oder dicht neben den Brunnenkesseln liegen und müssen überhaupt so angelegt werden, dass die Strassenunreinigkeiten nicht durch das Gewölbe und die Seitenwände des Brunnenkesselmauerwerks einsickern können.

Was den Brunnen selbst betrifft, so muss er so stark gebaut sein, dass er dem Druck des Erdreichs genügend widerstehen und auch den Zufluss sogenannter falscher Quellen abhalten kann; er muss deshalb vollständig ausgemauert sein und der dazu benutzte Mörtel muss hydraulischen Kalk enthalten. Das als Baumaterial zu verwendende Gestein darf nicht durch seine Porosität den Zufluss fremder Wässer gestatten oder selbst mehr oder weniger lösliche Substanzen enthalten, die durch allmählige Auflösung ein Auflockern des Gesteins hervorrufen. So dürfen z. B. die als Baumaterial zu verwendenden Bruchsteine nicht gypshaltig sein oder Adern von Gyps enthalten; sie würden bei längerer Dauer der Einwirkung des Wassers nicht widerstehen können und das Wasser sehr gypshaltig machen.

Bei der Verwendung gebrannter Ziegel ist zu bemerken, dass man sogenannte bleiche oder halb gebrannte Steine zum Mauerwerk des Kessels nie verwenden darf, weil diese den porösen Gesteinen vollständig entsprechen; dieselben müssen sich vielmehr in einem halbverglasten Zustande (Klinker) befinden oder aber, was noch besser ist, man glasirt dieselben mit Kochsalz.

Ganz ähnlich verhalten sich die sogenannten Schmelzen, d. h. solche

Ziegelsteine, die im heissesten Theile des Ofens durch ein wirkliches Verglasen der Silicate auf Kosten des im Thone enthaltenen Kalkes und Eisenoxyds in einen geschmolzenen Zustand übergegangen sind.

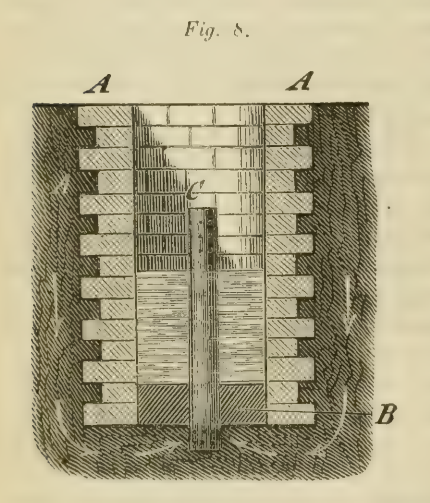
Das sogenannte Brunnenrad oder der Brunnenkranz sollte immer nur aus altem gutem Eichenholze bestehen und nicht, wie es so häufig geschieht, aus Buchenholz angefertigt werden.

Die Brunnen müssen eine gewisse Tiefe haben, welche sich erst nach verschiedenen Versuchen normiren lässt. Je näher sich unreine Stoffe (Senkgruben, Aborte u. s. w.) finden, desto tiefer müssen die Brunnen sein, weil durch die grössere Tiefe die putriden Stoffe einer längeren Filtration unterworfen werden, als wenn sie auf gleichem Niveau mit dem Brunnen stehen.

Brunnen durch Einführung von Röhren so zu verbessern, dass hierbei die Quelle des Zuflusses der schädlichen Substanzen vermindert wird, lässt nur dann auf ein gutes Resultat hoffen, wenn dadurch die Kiesschicht, d. h. die desinficirende und filtrirende Bodenmasse so vermehrt wird, dass sie als ein Absorbens für diese Stoffe auftreten kann.

In flachen Gegenden, namentlich in den Niederungen, in welchen das Brunnenwasser viele organische, leicht in Fäulniss übergehende Bestandtheile enthält, hat sich folgende Einrichtung (Fig. 8) als sehr nützlich erwiesen. Hier sind nicht bloss die Mauerwände wasserdicht mit hydraulischem Mörtel hergestellt (*A*), sondern auch die Sohle des Brunnens wird durch eine Beton- oder Cementschicht (*B*) wasserdicht abgeschlossen. Durch diese Schicht wird ein thönernes Rohr (*C*), welches an beiden Enden Oeffnungen hat und mit reinem Sand, Kies, Kohle oder anderen Filtrationsmitteln bis oben angefüllt ist, in der Weise durchgeführt, dass es unten noch ein Stück in den Boden hinein- und oben über den Wasserspiegel hervorragt.

Fig. 8.



Das von allen Seiten andrängende Untergrundwasser findet an den unteren Oeffnungen des Rohres *C* einen Ausweg, wird in dasselbe hineingedrückt, passirt die in demselben befindlichen filtrirenden Substanzen und tritt an den oberen Oeffnungen wieder aus, von wo aus der Brunnenkessel gefüllt wird. Bei Erneuerung des Filters wird das Rohr herausgenommen, neu gefüllt und beim Einsatz in die Betonschicht unten am Umfange mit Cement zur Dichtung verstrichen. Die Grösse der Oeffnungen und des Rohrs richtet sich nach dem Grade des Wasserreichthums und muss hierüber eine mit einem thönernen Rohre vorgenommene Probe entscheiden; nöthigenfalls kann man bei geringem Wasserzufluss auch zwei Röhren anbringen.

Immer sind die Bodenverhältnisse und die sogenannten Schichtungen bei der Anlage von neuen Brunnen von Wichtigkeit; die zu Tage geförderten Erdschichten müssen über die Frage entscheiden, ob man bloss das Niveau des Wassers benutzen oder das Trinkwasser aus einer tiefern Erdschicht entnehmen soll.

Die Brunnen bei den Terrainverhältnissen eines Flussgebietes, wobei die Bett-

bildung und das Abdachungsverhältniss der Geschiebe und Gerölle mitsprechen, entnehmen ihr Wasser eigentlich nur aus dem über der ersten Thonschicht liegenden Kiesbestande. Es ist dies gleichsam die Mischungsschicht für den Austausch des Meteor- resp. Flusswassers mit den durch künstliche Infiltration eingeführten fremden Stoffen aus Latrinen, Schlinggruben u. s. w.

Das Wasser in solchen Brunnen steht stets auf gleichem Niveau mit dem Flusse, d. h. die Höhe des Wassers im Brunnen ist gleich der Höhe des Wassers im Flusse, minus des durch die Friction während des Durchsickerns entstandenen Minderdruckes. Es wird daher, wenn man auch von gleichem Niveau spricht, stets eine gewisse Differenz zwischen dem Wasserstande des Brunnens und dem des Flusses obwalten. Ist in dieser Mischungsschicht, welche gleichsam als ein grosses desinficirendes Filter anzusehen ist, der Brunnen weit genug von der putriden Quelle entfernt, so wird man auch in diesem Bezirke gutes Wasser erhalten können.

Handelt es sich um die Versorgung der Städte mit Wasser oder um öffentliche Brunnen, so ist es stets erforderlich, solche Wasseranlagen in möglichst grosser Entfernung von den Städten in der Mischungsschicht anzulegen und auf diese Weise eine Filtration zu bewerkstelligen, welche durch die Kunst viel schwieriger zu erzeugen ist. Das Steigen und Fallen der Flüsse gibt stets den Impuls der bewegenden Kraft, welche ein inniges Mischen der verschiedenartigen in der Mischungszone vorkommenden Flüssigkeiten bedingt, weshalb namentlich in den an grossen Flüssen gelegenen Städten kurz nach dem Hochwasser alle Brunnen schlechter sind. Aus derselben Ursache sind die Brunnen caeteris paribus um so besser, je entfernter sie vom Wasser liegen.

Artesische Brunnen. Es ist unzweifelhaft, dass man jedenfalls gutes Wasser erlangen würde, wenn man es ausserhalb des Bereiches dieser Mischungszone erhalten könnte. Die Erfahrung hat dargethan, dass in den meisten Gegenden unter der Kiesschicht fast überall eine Thonschicht vorkommt, welche dem über ihr befindlichen Wasser nicht gestattet, in die Tiefe zu dringen. Diese Thonschicht ist eine schützende Decke, und wenn man sie durchbricht und den über ihr befindlichen sogenannten wilden Wässern den Zufluss nicht gestattet, so erhält man unter allen Verhältnissen ein reines und gutes Trinkwasser.

Solche Brunnen nennt man artesische; sie können ein hohes und tiefes Niveau haben. Im letzteren Falle tritt das Wasser nicht überirdisch aus und nur bei einem hohen Niveau wird das Wasser gleichzeitig in die Höhe getrieben und zwar entsprechend dem hydrostatischen Drucke, welcher auf dasselbe wirkt.

Einfluss bestimmter Terrainverhältnisse auf die Brunnen. Wie sehr die Terrainverhältnisse auf alle diese Fragen influiren, ersieht man am deutlichsten, wenn man die geologischen Verhältnisse einer bestimmten Gegend erörtert. In der Rheinniederung z. B., welche am Siebengebirge beginnt und sich bis nach Holland erstreckt, liegt an der Oberfläche ausser stellenweise aufgeschüttetem Boden und Bauschutt, dessen Alter bis in die Römerzeit reicht, unter der Dammerde ein Lehmlager (Ziegelerde in Mergel und Löss übergehend) von verschiedener Stärke: nur selten übersteigt dasselbe 15 Fuss. Alsdann folgt in einem Niveau von 32—38 Fuss über dem Nullpunct des Pegels Kies von sehr verschiedener Grösse und mit gröberem und feinerem ganz thonfreiem Sande vermischt. Dieser Kies und Sand reicht bis zu den tiefsten Stellen des Rheinbettes unter den Nullpunct des Pegels. Nur in den alten Flussbetten, welche als langgestreckte schmale Vertiefungen durch die Thalfläche ziehen, finden sich unter der Dammerde ein blauer, schwärzlicher, zäher Thon und dünne Lager torfähnlicher Substanzen, worauf das allgemeine Kies- und Sandlager folgt. An den Rändern und Abhängen dieser früher sumpfigen und morastigen Flussbetten ist der Lehm und Thon abwechselnd gemengt; der Thon bildet über dem Kieslager eine wasserdichte Decke, da ohne eine solche keine Versumpfung hätte eintreten können.

Im Kiese und Sande wird nicht eher Wasser getroffen, als bis man zur Tiefe des Wasserstandes im Rheine gelangt ist; unter dieser Tiefe steigert sich der Zufluss des Wassers im Verhältniss zum Drucke. Mit dem Rheinspiegel sinkt und steigt das Wasser in den Brunnen. Ueber dem Wasserspiegel ist die Kieslage immer trocken; selbst bei anhaltendem Regen, welcher namentlich im Sommer 1867 bedeutend war, dringt das Wasser von der Oberfläche aus in keiner Weise durch das Lehmlager; deshalb können auch Schmutz- und Tagewässer zweckmässig construirte Brunnen nicht verunreinigen.

Nur die leichte Durchdringlichkeit der Kies- und Sandlage, welche den Boden der Rheinfläche bildet, macht einestheils die Anlage von Brunnen und anderntheils die Anlage von Senk- und Schlinggruben möglich. Alle Flüssigkeiten, welche von oben dieser Lage zugeführt werden, sinken mit Leichtigkeit darin bis zum Wasserspiegel nieder und vermischen sich mit der die ganze Kieslage durchdringenden und mit dem Rhein in unbehinderter Verbindung stehenden Wassermasse; durch das fortwährende Steigen und Fallen des Rheins kann diese Vermischung nur erleichtert werden. Bekanntlich bleibt

der Rheinspiegel selten längere Zeit derselbe; durch seine Bewegungen werden nun die schädlichen Flüssigkeiten, welche mittels Schlinggruben in die Kieslage kommen, in dem zunächst gelegenen Boden verbreitet und dem Wasser zugeführt, welches die Brunnen speist.

Die Thonschicht liegt an den Ufern des Rheins so tief, dass sie durch Bohrversuche noch nicht aufgefunden worden ist; auch hat noch kein einziger Brunnen diese schützende Thonschicht erreicht, unter welcher das Wasser möglicherweise nicht mit putriden Stoffen vermischt werden kann: bei allen noch so tiefen Bauten hat man bisher immer Kies gefunden. Dies ist das Schicksal aller Deltaländer: so sind die Mündungsländer der Donau, der Weichsel, des Nils, des Ganges, des Amazonenstroms, des gelben Flusses in China u. s. w. gleich denen des Rheins situirt. Aus diesem Grunde sind in der Rheingegend die Schling- und undichten Abtrittsgruben die Verderber aller Brunnen [14])

Schädlichkeit der Versickerungsgruben. Es ist eine Hauptaufgabe der Sanitätspolizei, 1) jede Stadt sowohl in ihrer Luft, als in ihrem Untergrunde von faulenden Unreinigkeiten frei zu erhalten; 2) der Bevölkerung ein solches Trinkwasser zu liefern, welches mit Fäcalstoffen in keiner Weise verunreinigt werden kann; 3) alle Abtritts-Schlinggruben zu vernichten, welche eine solche Verunreinigung des Trinkwassers ermöglichen.

In an grossen Flüssen, wie am Rheine, gelegenen Städten hat man mehrmals die Wahrnehmung gemacht, dass grade nach Ueberschwemmungen nicht selten epidemische Krankheiten auftreten und zwar namentlich in den tiefer gelegenen Stadttheilen, wo durch das Steigen des Flusswassers die Brunnen und Schlinggruben in ein Niveau gebracht werden und beim Zurücktreten der Fluth ein leichteres Vermischen der verschiedenen, specifisch ungleichen Flüssigkeiten eintreten muss. Selbstverständlich nimmt dies Vermischen mit der höheren Lage der Wohnungen ab. Dauert die Fluth nur kurze Zeit, so ist diese Vermischung in den höher gelegenen Stadttheilen sehr wenig wahrnehmbar: das Wasser in Bonn macht z. B. den Weg vom Rhein bis zum Bahnhof — eine Entfernung von 15 Minuten — binnen drei Tagen.

Je wässeriger der Inhalt der Gruben ist, je mehr man sich also der Wasserclosets bedient, um so mehr wird die Flüssigkeit die Erdschicht durchdringen und sich mit den naheliegenden Brunnenwässern vermischen. Ferner ist zu beachten, dass die Brunnen tiefer als die Schlinggruben liegen, dass aber die Flüssigkeit in den letzteren ein höheres specifisches Gewicht als das Brunnenwasser hat, weshalb sie sich nach dem leicht durchdringlichen Untergrund begibt und mit dem leichteren Wasser des Erdreichs, welches die Brunnen speist, vermengt.

Diese Vermischung der verschiedenen Flüssigkeiten wird auch dadurch nicht verhütet, wenn die Schlinggruben in eine tiefere Lage als in die der Brunnen münden; denn auch hier muss theils durch den Unterschied des specifischen Gewichts, theils durch den hydrostatischen Druck und theils durch die Diffusion der Flüssigkeiten ein Mischen der beiden Flüssigkeiten stattfinden. Allerdings begünstigt das Erdreich die Zersetzung resp. Entmischung der putriden Flüssigkeiten ganz bedeutend; jedoch ist bei diesem natürlichen Desinfectionsmittel sehr wohl zu beachten, dass diese Zurückführung in die unschädlichen Endproducte bei der geringen Zufuhr des atmosphärischen Sauerstoffs eine höchst langsame ist und grade die intermediären, zwischen Fäulniss und vollständiger Oxydation stehenden Substanzen es sind, welche durch ihre Vermischung mit dem Trinkwasser höchst nachtheilig auf den thierischen Organismus einwirken.

Wenn die Analyse von städtischen Trinkwässern so häufig einen Gehalt an organischen Stoffen nachweist, so sind es hauptsächlich diese intermediären Stoffe, welche die Schädlichkeit dieser Wässer bedingen.

Ein zweiter Factor, welcher das Aufsteigen der Flüssigkeiten nach oben resp. ein Vermischen der verschiedenen Flüssigkeiten im Erdboden bedingt, beruht auf der Verdunstung der Erdoberfläche, weshalb namentlich in heissen und trocknen Sommern jener Umstand eintritt.

Ganz ähnlich wirkt eine starke Benutzung des Brunnens, was bezüglich der öffentlichen Brunnen sehr zu beachten ist; erfahrungsgemäss wird das Wasser stark benutzter Brunnen ärmer an fixen Bestandtheilen und zwar deshalb, weil beim raschen Ersatz des Wassers im Brunnen dem erstern keine hinreichende Zeit gelassen wird, sich mit den Mineralsubstanzen des Bodens zu sättigen. Dagegen sind alle leicht löslichen Chloride, die Nitrate und die organischen putriden Stoffe desto reichlicher darin vertreten, wenn in der Nähe öffentlicher Brunnen der Boden mit Fäcalstoffen imprägnirt ist.

Wasserdichte (cementirte) Brunnenschächte, welche auch durch abgesenkte eiserne Röhren repräsentirt werden, können zwar das seitliche Eindringen von putriden Stoffen verhindern, ob aber dadurch auch das Eindringen derselben von unten

verhütet wird, hängt von localen Terrainverhältnissen ab. In an Flüssen gelegenen Städten kann durch das Variiren des Flussniveaus nie eine Ruhe im Grundwasser eintreten und keine scharfbegrenzte Mischungszone sich bilden; es ist deshalb auch nicht möglich, mit positiver Bestimmtheit die Grenze zu bestimmen, wo das Vermischen der putriden Stoffe mit dem Grundwasser aufhört.

Hat man es dabei wie in den Rheingegenden mit einer Kalk- und Sandschicht zu thun, so wird durch die Porosität derselben ein unendlich rasches Diffundiren der verschiedenen Flüssigkeiten bedingt. Ist die Sand- oder Kiesschicht sehr fein und thonarm, so kann von einer wirklichen Begrenzung der Mischungszone noch weniger die Rede sein; die Flüssigkeiten werden alsdann von der Erdschicht wie von einem porösen Schwamme aufgesaugt. Fehlt es dabei noch an einer die verschiedenen Schichten von einander trennenden Thonschicht, so ist ein unbegrenztes Mischen der in die Kiesschicht eindringenden Flüssigkeiten ermöglicht; das Absenken von Röhren in den Brunnen vermag alsdann das Trinkwasser nicht vor der Verunreinigung, welche durch die Schlinggruben in das Erdreich dringen, zu schützen.

Wenn sich diese Nachtheile in den an Flüssen gelegenen Städten noch nicht überall in prägnanter Weise kundgegeben haben, so verdankt man dies grösstentheils dem zu Zeiten eintretenden Auswaschen des Bodens resp. Verdünnen der putriden Flüssigkeiten durch das Steigen des Flusswassers; freilich während solcher Ueberschwemmungen und kurz nach denselben machen sich, wie schon erwähnt worden, die schädlichen Einflüsse und Folgen oft besonders geltend. Mag auch in den Theorien, nach welchen ein mit faulenden organischen Substanzen imprägnirtes Grundwasser in causale Verbindung mit der Entstehung von epidemischen Krankheiten, namentlich von Cholera und Typhus gebracht wird, Manches streitig sein, so fordert uns schon allein die Sorge für ein gutes Trinkwasser auf, alle Abtritts-Schlinggruben gänzlich auszurotten und mit diesem schlechten und nicht mehr haltbaren System zu brechen.

Absorbirende oder verschluckende Brunnen (Puits absorbants) hat man in einigen Gegenden von Frankreich errichtet, um eine Menge von Abfallwässern unterzubringen. Es richtet sich nur nach den Terrainverhältnissen, ob sie ohne Schaden benutzt werden können; letzteres ist nur möglich, wenn sie in einer isolirten Mischungsschicht, welche nicht mit einem Flussgebiete in directer Verbindung steht, angelegt werden. Sie können deshalb auch nur eine sehr vereinzelte locale Anwendung finden, und sind sie z. B. an den Ufern des Niederrheins gänzlich zu verwerfen, da die dortigen Terrainverhältnisse ihre Anlage verbieten.

Die Schlinggruben für Küchenwasser, Seifenwasser etc. kann man wegen ihres leichten Verschlammens für weniger schädlich als die Abtritts-Schlinggruben halten, da sie schliesslich, wenn sie angefüllt sind, zum häufigen Reinigen nöthigen und somit dem eigentlichen Zwecke des Schlingens weniger entsprechen. Auch ist ihr Inhalt in qualitativer Beziehung weniger gefährlich als der der Abtritts-Schlinggruben, weil man es bei letztern mit den leicht löslichen Chloriden und salpetersauren Salzen zu thun hat und hierdurch das Durchtränken des Erdbodens mit organischen Substanzen begünstigt wird. Am zweckmässigsten ist es, die sogenannten Küchenwässer in die öffentlichen Canäle der Stadt abfliessen zu lassen.

Schliesslich muss die Reinerhaltung des Bodens die Hauptsorge und das immer mehr zu erstrebende Ziel einer jeden Stadt oder Gemeinde sein.

• Die von *v. Pettenkofer* wieder angeregte **Grundwasserfrage** steht seit vielen Jahren auf der Tagesordnung, weil man einen Zusammenhang von epidemischen Krankheiten mit dem Stande des Grundwassers zu finden glaubte. In Berlin ist letzterer insofern von Wichtigkeit, als eine zu grosse Feuchtigkeit des Bodens dadurch bedingt wird, namentlich wenn das Grundwasser schon bei einer Tiefe von 3—4 Fuss unter der Oberfläche angetroffen wird; dass hierdurch die Fundamente der Häuser, namentlich die Kellerwohnungen nachtheilig berührt werden müssen, bedarf keiner weitern Erörterung.

Die hiesigen Untersuchungen haben ergeben, dass das Grundwasser hauptsächlich von atmosphärischen Niederschlägen abstammt und die Strömung desselben gegen die Spree hin gerichtet ist; seine Temperatur war am niedrigsten, wenn es seinen höchsten Stand erreicht hatte, und umgekehrt am höchsten, je stärker es sank.[15])

Das Hauptgewicht ist auf die häufige Verunreinigung des Grundwassers mit putriden Stoffen zu legen, die stets mit dem Zurücktreten des Grundwassers in Folge der stattgehabten Ausspülung des Bodens sich am meisten bemerkbar machen wird. Je höher das Grundwasser steigt, desto mehr und desto leichter wird es den Boden auslaugen, beim Sinken aufgewühlte unreine Stoffe nach sich ziehen und in diesem Zustande auch nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit der Brunnenwässer bleiben.

Wenn den Städten kein Quellwasser zugeführt werden kann, so muss den Brunnen eine um so grössere Sorgfalt gewidmet und ihre Verunreinigung als ein Verbrechen an der öffentlichen Gesundheit betrachtet werden.

Darüber dürfte kein Zweifel herrschen, dass namentlich Typhus und Cholera in vielen Fällen in einem ätiologischen Verhältniss zum Genuss eines schlechten, mit organischen Fäulnissproducten verunreinigten Wassers stehen. In dieser Beziehung ist namentlich die Beobachtung von Ballard [16]) beachtungswerth, welcher in der Nähe von London eine ganz beschränkte Typhusepidemie mit höchster Wahrscheinlichkeit auf den Genuss von Milch, die mit fauligem, durch Canalinhalt verunreinigtem Wasser vermischt worden war, zurückführen konnte. In mehreren Fällen liegt der Nachweis vor, dass der Typhus in Städten nur in dem Gebiete sich entwickelte, wo die Einwohner auf den Genuss eines wirklich schlechten Trinkwassers angewiesen waren, während derjenige Theil der Bevölkerung, welchem gutes Quellwasser zu Gebote stand, frei davon blieb.

Ausser vielen anderen Autoren, die dem unreinen Trinkwasser eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Typhus zuschreiben, spricht sich Lebert ganz entschieden für diese Ansicht aus und nennt den Abdominaltyphus das endemische, die Cholera das epidemische Barometer für schlechtes Brunnen- und Trinkwasser. [17])

Es ist übrigens nicht zu verkennen, dass man sich bei den bezüglichen ätiologischen Forschungen eine Einseitigkeit zu Schulden kommen lässt, wenn man nur einem Factor Rechnung trägt; und was versteht man unter schlechtem Trinkwasser? Doch nur solches, welches mit putriden Stoffen oder intermediären Fäulnissproducten verunreinigt ist, während man nicht berechtigt ist, die Chloride, Nitrate u. s. w. desselben von vornherein als Krankheitsursachen hinzustellen und alle Brunnen, welche ein solches Wasser liefern, zu verdächtigen. In dieser Beziehung spielt das post hoc ergo propter hoc noch eine zu grosse Rolle, so dass es immer geboten erscheint, bei der Trinkwasserfrage nur zuverlässige Thatsachen und strenge Beobachtungen gelten zu lassen.

Auch in der Thierheilkunde will man die Beobachtung gemacht haben, dass beim Rindvieh der Milzbrand entsteht, wenn es Wasser aus Brunnen, zu dem die Mistjauche Zutritt hat, oder aus Teichen, deren Wasser mit vielen faulenden vegetabilischen Substanzen geschwängert ist, säuft. Es machen sich hierbei übrigens dieselben Erfahrungen wie beim Erkranken der Menschen geltend; kräftige und stärkere Thiere überwinden häufig die einwirkenden Schädlichkeiten, bei anderen zeigen sich die Folgen erst nach Wochen oder Monaten, während wieder andere kurze Zeit nach dem Genuss an Blutzersetzung und Lähmung zu Grunde gehen.

Immer werden die in Zersetzung begriffenen Substanzen, ganz besonders wenn sie thierischer Natur sind und mittels des Wassers rascher und reichlicher dem Blute zugeführt werden, mehr oder weniger nach der individuellen Constitution und Disposition Krankheitsprocesse zu erzeugen vermögen. Dies ist um so sicherer der Fall, wenn gleichzeitig noch andere schädliche, in der ganzen Lebensweise begründete Factoren hinzutreten, deren Erforschung eine nicht minder wichtige Aufgabe ist.

Reinigung des Wassers. Die Reinigung des Wassers mittels Filtration ist besonders für technische Zwecke wichtig, wenn es sich darum handelt, aufgeschwemmten Schlamm und ähnliche Unreinigkeiten zu entfernen.

Flusswasser mittels Filtration zu reinigen und dadurch als Trinkwasser zu verwerthen, ist eine traurige Nothwendigkeit geworden, obgleich die filtrirenden Substanzen: Kies, Flusssand, Wolle u. s. w. nur die gröberen suspendirten

Bestandtheile, wie Erde, Thon und Schmutz, zurückhalten, aber auch die Kohlensäure theilweise oder ganz in sich aufnehmen. Dabei kann die Anwendung der Wolle, welche in neuester Zeit vorgeschlagen worden ist, zu manchem Bedenken Veranlassung geben, da die filtrirende Substanz selbst der Verwesung unterliegen und somit zu einer Verunreinigung des Wassers durch organische Substanzen führen kann.

In London will man die Beobachtung gemacht haben, dass in gewissen Stadtvierteln, welche mit filtrirtem Flusswasser versorgt werden, die Cholera mit ungleicher Intensität auftrat, je nachdem von einer bestimmten Wasserleitungs-Anstalt das Wasser geliefert wurde; der Bezirk der einen Anstalt hatte nachweislich mehr Kranke als der der anderen.

Man hat auch die Thierkohle und den Thon als filtrirende Substanzen vorgeschlagen; wenn hierdurch jedenfalls die Riech- und Farbstoffe beseitigt werden, so ist jedoch erwiesen, dass nicht alle aufgelösten organischen Stoffe zurückgehalten werden. Die Kohle muss ausserdem stets nach einiger Zeit wieder ausgeglüht werden, wenn sie ihre Wirkung behalten soll.[18])

Unter den verschiedenen Filtrirmethoden ist die Schottische Gravitations-Filtrirmethode zu nennen, wobei drei terrassenförmig übereinander aufgestellte Filtrir-Reservoirs in Thätigkeit sind; zwischen den Filtern befinden sich Räume von wasserdichtem Mauerwerk.

Fonvielle wendet gleichzeitig einen hydrostatischen Druck an, indem der Sammler 12 Meter hoch über dem Filtrir-Apparat steht; bei seinem „Filtre plongeur“ liegen die filtrirenden Substanzen (Kies, Sand, Flockwolle) im Wasser.[19])

Die städtischen Wasserleitungen behufs Filtration von Flusswasser bestehen aus der Wasserhebungs-, Filtrir- und Wasservertheilungs-Anlage. Anstatt das Flusswasser direct zu benutzen, ist es zweckmässiger, in der nächsten Nähe des Flusses Brunnen zu täufen, um auf diese Weise die erste Filtration zu bewirken. Von hier aus wird das Wasser durch die Wasserhebungsmaschine in die Filtrirbassins gefördert; diese werden in der Regel von Erddämmen eingeschlossen, welche mit einem Thonschlag bedeckt und mit Steinen abgepflastert werden. Die Filtrirschicht besteht aus einer Bruchsteinlage, aus Lehmsteinen und einer Kieslage, über welche schliesslich eine Sandschicht angebracht wird.

Das filtrirte Wasser gelangt durch gusseiserne Röhren in das Reinwasser-Reservoir im Maschinenhause, wird von dort zu dem Hochreservoir gehoben und gelangt alsdann mittels der Abfallsrohrleitung nach dem Rohrnetz der Stadt.

Für manche industrielle Zwecke, für Bleichereien, Gerbereien, Färbereien, Papierfabriken, Brauereien, Leim- und Zuckersiedereien, sowie zum Speisen der Dampfkessel reicht das filtrirte Flusswasser vollkommen aus; für den Genuss bietet es nur unter Umständen die Garantie eines gesunden und schmackhaften Trinkwassers dar, wenn man nämlich über die Benutzung eines Flusswassers, welches noch frei von schädlichen Zuflüssen ist, gebieten kann oder die Anlage grosser Brunnen in der Nähe des Flusses ermöglicht ist.[20])

Um trübes Flusswasser klar zu machen, reichen sehr geringe Mengen von Alaun aus; bekanntlich bedienen sich die Chinesen des cubischen Alauns zum Klären des Wassers des gelben Flusses. Durch die Zersetzung des Alauns bildet sich nämlich Calciumsulfat, welches präcipitirt wird, während die freigewordene Thonerde (Aluminiumhydrat) die der Humussäure ähnlichen Säuren sowie alle Riech- und Farbstoffe absorbirt und sich mit ihnen nieder-

schlägt. Von den aufgelösten organischen Körpern sind es nur die albumin- und caseïnhaltigen Bestandtheile, nicht aber die leimhaltigen, welche hierbei präcipitirt werden.

Auch durch Kochen kann manches unreine Wasser rein und geniessbar gemacht werden, weil dadurch gleichzeitig mit dem Kalke nicht nur andere mineralische, sondern auch viele organische Bestandtheile abgeschieden werden.

Gyps lässt sich am besten schon durch einfaches Erwärmen des Wassers entfernen, da er im heissen Wasser weniger löslich ist, als im kalten; er schlägt sich mit dem Calciumcarbonat nieder; eine Eigenschaft, welche er mit vielen baldriansauren Salzen, namentlich mit baldriansaurem Zink und Calcium theilt. Gyps ist als Bestandtheil des Trinkwassers auch deshalb noch beachtungswerth, weil er in Berührung mit organischen Stoffen leicht Schwefelcalcium resp. Schwefelwasserstoff erzeugt und alsdann das Wasser ungeniessbar macht.

Für die Industrie ist ein grosser Kalkgehalt des Wassers oft nachtheilig; schon beim gewöhnlichen Waschen in den Haushaltungen muss bekanntlich bei einem kalkreichen Wasser mehr Seife gebraucht werden als bei einem weichen Wasser, da die Kalksalze die Seife zerlegen und sich mit der Talg- und Oelsäure derselben zu talg- und ölsaurem Calcium verbinden, während andererseits ein auflösliches Natriumsalz entsteht.

Die Kalksalze kann man vor dem Gebrauche des Wassers mit Seifenspiritus oder etwas Opodeldoc niederschlagen und annähernd nachweisen; diese Methode ist aber unsicher. Für technische Zwecke präcipitirt man sie mit Natrium- oder Kaliumcarbonat; ist der Kalk an Kohlensäure gebunden, so setzt man Kalkwasser hinzu, damit sich der Kalk mit der freien Kohlensäure, welche die Auflöslichkeit des Calciumcarbonats bedingt, wieder zu Calciumcarbonat verbindet; dieser schlägt sich dann allmählig nieder.

Durch Kalk können auch Eisen, Magnesia und Humussäure niedergeschlagen werden; diese Methode ist deshalb besonders in Papierfabriken angezeigt.

In den Haushaltungen wirft man oft Kochsalz in die Brunnen zur angeblichen Verbesserung des Wassers; es können hierdurch nur vorübergehend die niedrigen Organismen im Wasser vernichtet werden und einen bedeutenden Zweck erreicht man dadurch nicht. Früher war es auch sehr gebräuchlich, Eisenfeile, Blechschnitzel, Drehspäne u. s. w. in die Brunnen zu werfen; durch die Einwirkung der Luft bildet sich allmählig kohlensaures Eisenoxydul, welches sich im Wasser mehr oder weniger löst und ganz besonders die Humussäure festhält, so dass durch dieses Verfahren alle humosen Substanzen sicher weggeschafft werden. Durch Kochen oder längeres Stehenlassen des Wassers an der Luft tritt die Kohlensäure wieder aus und das Oxydul verwandelt sich in Eisenoxydhydrat, welches niederfällt.

Folgendes Verfahren hat sich bei der Reinigung des Maaswassers, worauf namentlich die am unteren Theile ihres Laufes gelegenen Ortschaften für ihr Trinkwasser angewiesen sind, vollkommen bewährt: Auf jedes Liter Wasser werden 0,032 Grm. trocknes Eisenchlorid in der nöthigen Menge destillirten Wassers gelöst zugesetzt; nach dem Umrühren lässt man das Wasser 36 Stunden lang stehen, bis sich ein flockiger Niederschlag abgesetzt hat. Obgleich die Untersuchung die Bildung von freier Salzsäure nicht nachgewiesen hat, so zieht man

es doch vor, dem Wasser einige Stunden vor seinem Gebrauche noch eine dem angewendeten Eisensalze äquivalente Menge krystallisirter Soda (0,055 Grm. für das Liter) zuzusetzen.

Schwere Metalle können aus natürlichen oder zufälligen Ursachen in das Wasser gelangen. Die natürlichen Ursachen hängen von dem Vorhandensein vererzten Gesteins ab, welches durch den Gehalt des Wassers an Sauerstoff und Kohlensäure gleichsam einem Verwitterungsprocess unterliegt und die löslichen Salze dem Wasser zuführt; zufällig können solche Metalle, z. B. durch die Leitung des Wassers, in dasselbe gelangen. Wasser in Bleicysternen wird immer bleihaltig; fliesst dasselbe durch Bleiröhren bei Abschluss der atmosphärischen Luft, so findet keine Auflösung statt. Lufthaltiges destillirtes Wasser löst davon am meisten auf; es bildet sich zuerst Bleioxyd, welches sich als Bleicarbonat niederschlägt. Am allerleichtesten lösen warme Wasserdämpfe Blei auf, wenn die atmosphärische Luft Zutritt hat; man sieht dies besonders, wenn bei der Destillation die Wasserdämpfe Bleiröhren passiren*).

Organische Substanzen, wie Baldrian- und Buttersäure, wirken auf alle Bleisalze und sogar auf das sonst unlösliche Bleisulfat lösend ein; ein Umstand, welcher die grösste Beachtung verdient. Ausser diesen organischen Säuren begünstigt auch das Vorwalten der Chloride und Nitrate im Brunnenwasser die Aufnahme des Bleies. Bei frischen bleiernen Pumpenröhren ist das Wasser, welches in der ersten Zeit herausbefördert wird, stets bleihaltig; hat sich später im Innern der Röhre eine Incrustation von Sulfaten und Carbonaten des Metalls gebildet, so ist wegen der unter gewöhnlichen Verhältnissen unlöslichen Beschaffenheit dieser Salze keine weitere Gefahr bei dem Gebrauche solcher Pumpen verbunden, wenn sie nicht durch das Wasser mechanisch nach oben befördert werden.

Man soll jedoch nie alte, schon bei Wasserleitungen gebrauchte Röhren für Pumpen verwenden, weil dann andere Bestandtheile des neuen Brunnenwassers, welche dem ersteren Wasser fremd waren, die Incrustationen möglicherweise auflösen vermögen.

Construction der Pumpen. Hierbei muss es stets Grundsatz bleiben, so viel als möglich das Blei zu vermeiden; die Bleistiefelaufsätze, welche über dem Kolben das gehobene Wasser aufnehmen, bieten namentlich dem Wasser ganz unnöthigerweise eine grosse metallische Oberfläche dar.

Sind solche Aufsätze nöthig, so ist es in sanitätspolizeilicher und auch in pecuniärer Beziehung zweckmässiger, sie aus Eisen zu construiren; dasselbe gilt auch bezüglich des Steigrohrs. Ebenso sind die kleinen Befestigungslappen, welche zur Unterstützung der Pumpe und des Saugrohrs dienen, zu vermeiden, da sie, der feuchten Atmosphäre ausgesetzt, der Oxydation leicht unterworfen sind und somit viel leichter eine Verunreinigung des Wassers ermöglichen, weshalb in solchen Fällen den Brunnen mehr von oben, als von unten Blei zugeführt werden kann.

Dies wird erklärlich, wenn man bedenkt, dass durch das Aufpumpen von kaltem Wasser an den obern Theilen des bleiernen Steigrohrs, sowie am untern Theile des oben im Brunnen befindlichen Bleistiefels und an den Befestigungslappen derselben sich aus den wärmeren Luftschichten Wasserdämpfe mit ihren

*) 1075 CC. Wasser ergaben bei der Destillation durch bleierne Röhren 0,275 Grm. Bleisulfat. Das dazu verwendete Wasser enthielt in 100 Grm. 0,089 Ammoniak, 0,051 Gyps (wasserfrei), 0,002 Kieselsäure und 0,010 Phosphorsäure.

verschiedenen Verunreinigungen (Ammoniak, salpeters. Salze u. s. w.) niederschlagen, welche die Oxydation des Bleies hervorrufen und bei ihrem Abfliessen oder Abtropfen das oxydirte resp. gelöste und suspendirte Bleioxyd dem Brunnen zuführen. Es ist auch eine bekannte Thatsache, dass bei solchen Einrichtungen von Pumpen das Brunnenwasser im Sommer bleihaltiger als im Winter ist.

Hat sich in Folge der Oxydation stickstoffhaltiger organischer Substanzen Ammoniak im Wasser gebildet, so wirkt es durch seine Gegenwart sehr fördernd auf die Oxydation von Blei, Kupfer, Zink und Eisen ein. Das Kupfer gelangt sogar auf diese Weise in gelöster Form in's Wasser und zwar in ammoniakalischen Kupferoxydverbindungen; kupferne Röhren sollten deshalb nie zu Wasserleitungen und Brunnen gebraucht werden. Auch bei der Destillation des Wassers durch kupferne Schlangengewinde wird dem übergehenden Wasser stets Kupfer mitgetheilt; so ergaben in einem concreten Falle 100 Grm. destillirtes Wasser 0,002 Kupferoxyd.

Zinkene Röhren sind insofern unschädlich, als sich durch die Einwirkung von Ammoniak unlösliche basische Verbindungen bilden; sie stehen daher in dieser Beziehung in gleicher Linie mit den bleiernen Röhren und haben insofern noch einen Vorzug vor letzteren, als sich diese Verbindung rasch bildet und das Metall vor weiteren Eingriffen schützt; sie sind aber dennoch stets zu verwerfen.

Bei eisernen Leitungsröhren entsteht leicht ein Niederschlag von basischem kohlensaurem Eisenoxydul und Eisenoxyd, welches viel Ammoniak bindet, womit alsdann jede weitere Zersetzung aufgehoben ist. Wird aber kochsalzhaltiges Wasser, z. B. bei Salinen, durch eiserne Röhren geleitet, so wird das Eisen angegriffen; es bilden sich Wülste und Risse, welche die Leitung sehr behindern.

Die besten Leitungsröhren für Wasser sind die thönernen und inwendig gut glasirten Röhren und nur diese sollten zur Verwendung kommen.

Kesselstein. Beim Kochen des Wassers scheidet sich ein Theil der Mineralbestandtheile desselben aus und dieser umschliesst auch mehr oder weniger die organischen Substanzen. Diese krustenähnliche Ausscheidung, welche man Kesselstein zu nennen pflegt, hat eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung und nicht bloss eine polizeiliche Bedeutung bezüglich der Entstehung von Explosionen, sondern er verdient auch in sanitärer Bedeutung grosse Beachtung.

Man nimmt einen weichen und einen harten Kesselstein an; beide Arten unterscheiden sich häufig schon durch ihre Farbe, indem ersterer durch den Gehalt an Eisenoxydhydrat gelblichgrau, letzterer dagegen durch das Vorhandensein humusähnlicher Verbindungen braun bis braunschwarz gefärbt ist. Der weiche Kesselstein besteht hauptsächlich aus kohlensaurem, schwefelsaurem, phosphorsaurem Calcium, kohlensaurem Magnesium, einer geringen Menge von Silicaten, stets aus Eisenoxydhydrat, Manganoxyduloxyd und bisweilen auch aus Arsen; man kann annehmen, dass unter 100 Brunnen wohl 80 einen Kesselstein liefern, der einen Arsengehalt hat.

Der harte Kesselstein besteht ausser den eben angegebenen Bestandtheilen noch aus grossen Mengen von humussaurem Calcium und kieselsauren Verbindungen; das Auftreten der letzteren in erheblicher Menge bedingt die Härte und Festigkeit des Steins. Vorzugsweise sind es die Wässer, welche aus sumpfigen Gegenden, aus Torfmooren oder Braunkohlenlagern gewonnen werden, die den harten Kesselstein bilden.

Wenn der weiche Kesselstein schon Schwierigkeit bei der Erzeugung von Wasserdämpfen in geschlossenen Gefässen bietet, so thut dies der harte um so mehr; ersterer kann durch sogenannte Vorwärmer aus dem Speisewasser grösstentheils entfernt werden, wenn man nicht das Incrustiren der Kessel durch bestimmte Zusätze zum Wasser zu

verhindern sucht. So sind z. B. Chlorbarium zur Fällung des Calciumsulfats und etwas Kalkmilch zur Fällung des Calciumcarbonats Mittel, welche man in dieser Beziehung in der neuesten Zeit mit dem besten Erfolg anwendet.[21])

Der harte, kieselhaltige Kesselstein bietet dagegen seiner Entfernung oder Zertheilung viel grössere Schwierigkeiten dar; er setzt sich nämlich erst dann aus dem Wasser ab, wenn dies eine gewisse Concentration erhalten hat, weshalb Vorwärmer hierbei nicht mit Erfolg anzuwenden sind.

Der harte Kesselstein lagert sich so fest an das Eisen an, dass man ihn nur mit Hammer und Meissel entfernen kann; wenn nun die Ablagerung einige Linien dick geworden ist, so müssen bei der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit des Steins die Eisenplatten in's Glühen gebracht werden, um den Kesselinhalt in's Sieden zu bringen. Dadurch ist aber eine Zersetzung der in dem Kesselstein enthaltenen organischen Substanzen unvermeidlich, deren Producte theils brenzlicher Natur sind, theils aus den bei der trockenen Destillation auftretenden Gasen bestehen; letztere sind: Kohlensäure, gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd, Ammoniak, Schwefelwasserstoff resp. Schwefelammonium. Alle diese Producte bieten ein sanitäres Interesse dar; es werden nämlich die Dampfkessel häufig in der Art gereinigt, dass man, nachdem das Feuer ausgezogen worden, das siedende Wasser aus dem Kessel abfliessen lässt. Da nun aber durch die sehr hohe Temperatur des Feuerraums, sowie der über diesem zunächst liegenden Kesselplatte die Zersetzung der organischen Substanz des Kesselsteins bedingt wird, so kann nach der Entfernung des Wassers aus dem Kessel noch eine weitere Zersetzung des Kesselsteins stattfinden, und werden die dabei sich entwickelnden Gase den Kesselraum, wenn auch nur in verdünntem Zustande, erfüllen.

Wird nun ein solcher Kessel nach dem Abkühlen von einem Arbeiter betreten, so wird letzterer der Einwirkung dieses Gasgemisches ausgesetzt sein und mehr oder weniger von dem schädlichen Einflusse desselben getroffen werden.

Zur Bestätigung der eben ausgesprochenen Ansichten wurde ein Kesselstein einer Eisenbahn-Werkstätte, welcher sehr kiesel- und humussäurehaltig war, in eine Verbrennungsröhre von streng flüssigem Glase in einem *Liebig*'schen Verbrennungsofen einer erhöhten Temperatur bis zur Rothglühhitze ausgesetzt. Die sich entwickelnden Dämpfe und Gase waren brennbar; sie enthielten besonders flüssige Kohlenwasserstoffe, theerähnliche Substanzen und waren, nachdem Ammoniak und Schwefelwasserstoff ausgeschieden worden, befähigt, in einer Auflösung von Palladiumchlorür einen bedeutenden schwarzen Niederschlag zu erzeugen, welcher unzweifelhaft Kohlenoxyd-Palladium war. Der Kesselstein resp. der Kesselschlamm aus den Dampfkesseln der Seeschiffe bietet die Bedingungen zur Bildung dieser Gasgemische im höchsten Grade dar; namentlich muss hier auch durch die Ansammlung und Zersetzung thierischer Substanzen eine beträchtliche Bildung von Ammoniak und andern schädlichen Gasen hervergerufen werden. Dass dies keine theoretischen Anschauungen sind, beweisen die wirklich vorgekommenen Unglücksfälle bei Arbeitern und Matrosen, welche die Dampfkessel sogleich nach kaum geschehener Abkühlung betreten. *Fonssagrives* [22]) beschreibt einen solchen von *Bourel-Roncière* beobachteten Fall ausführlich und hebt dabei mit Recht hervor, dass es sich hierbei um keine einfache Asphyxie, sondern um eine wahre Vergiftung handle. Auch theilt er nicht die Ansicht von *Bourel-Roncière*, dass Ammoniak allein die gefährlichen Zufälle hervorgerufen habe, sondern er nimmt an, dass sich mit dem Ammoniak „eines der feinen Gifte verbunden habe, welches die Chemie noch nicht dargestellt und nicht isolirt habe, das jedoch bei der Zersetzung der organischen Substanzen entstände". Glücklicherweise ist die Chemie wohl im Stande, hierüber Aufklärung zu verschaffen; auch sind, wie oben erörtert worden ist, die Bedingungen zur Entstehung dieser Gifte hinreichend bekannt und ihre Verschiedenheit ist nur von der verschiedenen Beschaffenheit der Kesselsteine abhängig.

Es kann daher auch nicht auffällig sein, dass nicht bei allen Dampfkesseln die Entwicklung der genannten Gase stattfindet, weil eben der Gehalt an organischen Substanzen im Kesselstein sehr variabel ist.

Der Arbeiter, über welchen *Fonssagrives* berichtet, hatte 6—8 Minuten lang im

Dampfkessel des Schiffes „Bisson" verweilt: nachdem er mit Mühe dieser schädlichen Atmosphäre entrissen worden war, bot er folgende Erscheinungen dar: Vollständige Asphyxie bei bläulichen Ohren, bläulicher Färbung der Lippen, angeschwollenen äusseren Jugularvenen: dabei die Bulbi convulsivisch in die Orbita hineingezogen, aufgehobene Respiration, die Pupillen ohne Reaction, die Extremitäten schlaff und unempfindlich gegen äussere Reizmittel. Langsame Wiederkehr der Respiration, wobei der Verunglückte wie ein wiederbelebter Ertrunkener nach Luft schnappte; Congestion zum Kopfe, kaum fühlbarer Puls und sehr gesunkene Temperatur der Extremitäten. Die Innenfläche der Mundlippen und das Zahnfleisch waren mit einem zarten, weissen Häutchen bedeckt, als ob diese Theile mit Höllenstein bestrichen worden wären; über die untere Hälfte der Cornea zog sich ein querer Streifen von weisser Opalisirung, dabei zusammengezogene Pupille und Injection der Conjunctiva.

Als nach einiger Zeit die Sensibilität wiederkehrte, schloss der Kranke die bisher halbgeschlossenen Augenlieder krampfhaft: diese Lichtscheu schwand erst nach mehreren Tagen. Durch Anwendung von äusseren Reizmitteln und die Einleitung der künstlichen Respiration mittels Erweiterung und Compression des Brustkorbes besserte sich allmählig die Athmung, der Puls hob und beschleunigte sich mit der wiederkehrenden äusseren Wärme

Bei jeder Athembewegung quoll viel Schleim hervor und erst dann regulirte sich die Respiration, als es dem Kranken möglich wurde, selbstständig eine Menge blutigen Schleimes auszuwerfen. Auf dies Stadium der Asphyxie folgte ein Stadium der heftigsten Krämpfe: es zeigte sich Trismus, Zähneknirschen, tetanische Contractur der oberen Extremitäten und der Nackenmuskeln mit nach hinten zurückgezogenem Kopfe. Diese Symptome hielten eine Viertelstunde lang an, worauf ein unruhiges Hin- und Herwerfen des Körpers und eine ganz unregelmässige Bewegung der Arme mit abwechselnder Flexion und Extension der Schenkel eintrat.

Gegen 8 Uhr erfolgte der Unfall: gegen 10 Uhr trat nach dieser Periode der Unruhe Schlaf ein: bis 9 Uhr hatte der Kranke keinen Laut von sich gegeben. Das Sensorium blieb 26 Stunden lang getrübt, worauf eine starke fieberhafte Reaction eine Blutentziehung nöthig machte. Am 5. Tage Reconvalescenz: eine grosse allgemeine Schwäche hielt aber noch längere Zeit an.

Die Symptomatologie dieses Falles spricht mit ganzer Bestimmtheit für eine Intoxication durch giftige Gase. Die Opalisirung der Cornea und die Entfärbung der Schleimhaut der Mundlippen sowie des Zahnfleisches führen zunächst auf eine ammoniakalische Einwirkung hin. Ammoniakgas vermag aber nicht die zwei bestimmt ausgesprochenen Stadien von Asphyxie und Convulsionen hervorzurufen; dieses Krankheitsbild spricht mehr für die stattgehabte Einwirkung von Schwefelammonium. Bezüglich der Opalisirung der Cornea hat Schwefelammonium dieselbe Wirkung wie reines Ammoniakgas, erzeugt aber ausserdem noch sehr rasch Asphyxie und tetanische Krämpfe. Die tetanische Erstarrung einzelner Muskelpartien kommt vorzugsweise bei der Einwirkung von Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium vor; ebenso möchte die starke Reizung der Bronchialschleimhaut als eine Folge von eingeathmetem Schwefelammonium zu betrachten sein.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch gleichzeitig Kohlenoxydgas eingewirkt hat; um hierüber positive Gewissheit zu erlangen, hätte man den Kesselstein des betretenen Dampfkessels einer sorgfältigen chemischen Analyse unterwerfen müssen, was in dem betreffenden Falle nicht geschehen ist.

Aus allen diesen Thatsachen geht nun mit Bestimmtheit hervor, dass die Entfernung des Kesselsteins aus Dampfkesseln für die Arbeiter unter Umständen mit grosser Gefahr verbunden sein kann. Die Vorsicht erfordert es, dass man in allen Fällen die zum Ausströmen der Gase nothwendige Zeit abwarten muss, ehe die Arbeiter hineinsteigen. Bei Seeschiffen geschieht die Manipulation zur Entfernung des Kesselsteins gewöhnlich sehr rasch, so dass man häufig kaum die zur Abkühlung der Dampfkessel nothwendige Zeit abwartet, daher auch hier am meisten Fälle von Intoxicationen vorkommen.

Die Reinigung und Darstellung des Trinkwassers aus dem Meerwasser mittels Destillation. Von der grössten Wichtigkeit ist die Beschaffung guten Trinkwassers für die Schiffsmannschaft. Das Mitführen von süssem Wasser in inwendig verkohlten Tonnen kann selten, namentlich für längere Zeit, dem Zwecke entsprechen; derartiges Wasser ist arm an Kohlensäure und schmeckt fade. Besser haben sich eiserne Wasserbehälter bewährt, obgleich sie durch die bedeutende Oxydation der inneren Flächen sich schnell abnutzen.

Man hat lange Zeit Versuche angestellt, um das Meerwasser durch Destillation trinkbar zu machen, und man ist auch schliesslich nach unzähligen Versuchen dahin gekommen, sich auf diese Weise ein gutes Trinkwasser zu verschaffen; es ist selbstverständlich, dass durch eine blosse Destillation das Ziel kaum erreicht werden kann, es muss vielmehr allen Bestandtheilen des Meerwassers Rechnung getragen werden.

Fasst man die Bestandtheile des Meerwassers näher in's Auge, so ergibt sich, dass sie sowohl organischer, als auch unorganischer Natur sind. Bezüglich der organischen Bestandtheile ist zu bemerken, dass dieselben entweder durch zahllose Organismen oder durch die Excremente der im Meere lebenden Thiere bedingt werden; diese organischen Bestandtheile geben dem Destillate einen widerlichen, fischähnlichen Geschmack und müssen deshalb vorweg beseitigt werden. Von einer grauenerregenden Beschaffenheit ist besonders das Wasser in manchen Häfen, so dass es nicht einmal zum Reinigen der Schiffe zu benutzen ist, weil es leicht Infectionsstoffe in die verschiedenen Räume zu übertragen vermag.

Bezüglich der anorganischen Bestandtheile ist zu bemerken, dass vorzugsweise Chlormagnesium die Güte des Destillats beeinträchtigt; alle anderen Mineralbestandtheile, Kochsalz, Kalk, Alkalien, Schwefelsäure, Brom, Jod u. s. w., können bei der Destillation nicht nachtheilig einwirken. Das Meerwasser muss deshalb, ehe es zur Destillation kommt, einer vorläufigen Behandlung behufs Ausscheidung dieser die Destillation benachtheiligenden Substanzen unterworfen werden.

Das Meerwasser wird zu diesem Zweck in grossen eisernen Behältern mit Kalkmilch unter Zusatz von Gerbstoff behandelt, und zwar setzt man zuerst Kalkmilch zu, rührt eine Viertelstunde lang das Gemisch um und bringt es alsdann durch eingeleitete Wasserdämpfe auf eine Temperatur von 50—60° C.; hierdurch wird alles organische Leben zerstört und die von den Organismen herrührenden albuminösen Gebilde coaguliren. Ferner wird das Chlormagnesium durch den Aetzkalk bei der Wärme zersetzt und sämmtliche Magnesia ausgefällt; behufs raschen Präcipitirens setzt man alsdann die Gerbstofflösung hinzu. Was die Menge des Kalkzusatzes betrifft, so muss man diese durch mehrfache vergleichende Versuche zu ermitteln suchen; es ist nämlich für den Wohlgeschmack des Wassers unerlässlich, dass kein Kalk im Ueberschuss vorhanden ist. Würde man z. B. die Destillation nach einem überschüssigen Kalkzusatze machen, so bekommt das Wasser einen höchst faden, unangenehmen Geschmack und zwar in Folge von ammoniakalischen Verbindungen, welche sich aus den organischen Substanzen, die sich im Wasser noch immer vorfinden, bilden. Während der Erwärmung durch Wasserdämpfe entsteht stets ein widerlicher ammoniakalischer Geruch, welcher eben nur von der Zersetzung der organischen Bestandtheile herrühren kann.

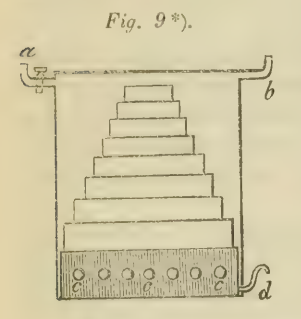
Nach der vollständigen Klärung wird das Wasser der Destillation unterworfen, welche nur so lange fortgesetzt wird, bis das Sechsfache des Kesselinhalts durchdestillirt ist. Die Destillation wird in schmiedeeisernen Kesseln mit einer Haube und Schlange von Zinn vorgenommen.

Die Kühlung geschieht mit präparirtem Meerwasser, um die Wärme zu benutzen und das Wasser vorzuwärmen. Würde man dem Wasser keinen Kalk zusetzen, d. h. würde man die Magnesia dadurch nicht vorher ausgefällt haben, so würde sich das Chlormagnesium während des letzten Stadiums der Destillation zersetzen und eine Entwicklung von Salzsäure hervorrufen, welche mit in das Destillat übergehen resp. die Kühlapparate zerstören und das Wasser durch Metalloxyde verunreinigen würde.

Man hat überhaupt sehr dafür zu sorgen, dass der Destillationsapparat niemals Blei oder bleihaltiges Zinn enthält; denn es unterliegt keinem Zweifel, dass dann das Trinkwasser bleihaltig wird. Die auf französischen Schiffen beobachtete „Colique sèche“ ist weiter nichts als Bleikolik; sie ist auf der französischen Kriegsmarine häufig, auf der Handelsmarine und auf der englischen Flotte fast gar nicht beobachtet worden. Alle neueren Untersuchungen von *Lefèvre*, *Dupré* und *Vilette* unterstützen keineswegs die frühere Ansicht, dass die „Colique sèche“ eine Tropenkrankheit sei. Je

grössere Sorgfalt die Marineärzte auf die Verminderung der schädlichen Einwirkungen verwendet haben, desto seltener ist auch die Krankheit geworden; hierzu gehört namentlich die sorgfältige Beaufsichtigung der Destillation des Seewassers.[23]) Das Destillat muss reines destillirtes Wasser sein, welches jedoch wegen Mangels an Kohlensäure, Mineralsubstanzen und Sauerstoff einen weichen Geschmack hat; um nun dasselbe wohlschmeckend zu machen, lässt man es in grossen Steingutgefässen einen Cascaden-Apparat passiren, wie sich aus Fig. 9 ergibt.

Fig. 9 *).



Das mit Luft geschwängerte Wasser gelangt alsdann auf ein zweites Filtergefäss, welches ebenfalls aus Steingut besteht und mit haselnussgrossen Stücken von Kiesel und carrarischem Marmor in wechselnden Schichten gefüllt ist. Hier nimmt das Wasser Calciumcarbonat auf; man will nämlich die Erfahrung gemacht haben, dass kalkfreies Wasser, längere Zeit getrunken, die Verdauung stört.

Mit einem auf diese Weise präparirten Wasser werden auch häufig künstliche Mineralwässer, namentlich Selterswasser auf Schiffen dargestellt. Zu bemerken ist jedoch, dass das ganze Verfahren bei stürmischer Seebewegung schwierig auszuführen und manchen Störungen unterworfen ist.

Neuerdings ist daher auf allen Schiffen der deutschen Marine der Normandy'sche Destillationsapparat eingeführt worden, welcher so construirt ist, dass schon während der Destillation dem darin destillirten Wasser atmosphärische Luft zugeführt wird; jedoch ist die Art und Weise, wie diese Luftmischung geschieht, keine praktische und zweckmässige, da nach der Einrichtung des Apparats die Luft dem bald reinen, bald unreinen Kühlwasser entnommen wird. Auch kommt es bei unruhiger See vor, dass mittels der Röhre, welche die Luft dem destillirten Wasser zuführt, Kühlwasser zum Destillat überstürzen kann. Von grösserem Werthe ist der Filterapparat aus Knochenkohle, durch welchen schliesslich das destillirte Wasser hindurch fliesst, damit nicht bloss die organischen Stoffe, sondern auch die gebildete Salzsäure hier aufgenommen werden.

Abgesehen von den am Apparate noch anzubringenden Verbesserungen soll das Resultat bisher im Allgemeinen ein befriedigendes gewesen sein, wenn nicht die unzureichende Menge des Wassers, welche der Apparat liefert, zu beklagen wäre; auch dürfte das erwähnte vorbereitende Verfahren nicht zu umgehen sein.[24])

Zum Kühlen des Trinkwassers wendet man jetzt wieder das schon von den Römern und Griechen benutzte Verfahren an. Zu dem Ende wird das Wasser in poröse Thongefässe gegeben; dasselbe wird von der Thonmasse aufgenommen und verdunstet auf der äusseren Seite auf Kosten der Wärme, welche das Wasser besitzt. Diese Thongefässe müssen von sehr kieselsäurereichem Thon angefertigt werden und das Brennen derselben muss bei hoher Temperatur stattfinden. Ist der Thon fett und war die Temperatur nicht hinreichend hoch, so theilen diese Gefässe dem Wasser einen unangenehmen Erdgeschmack mit.

Die mechanische Aufsaugung des Wassers. Die Anziehungskraft der Erdkörper dem Wasser gegenüber ist eine ausserordentlich mächtige. Wir kennen keine Substanz, weder einfacher noch zusammengesetzter Natur, welche nicht mehr oder minder das Vermögen besitzt, Wasser in ihre Substanz, d. h. in ihre Poren, aufzunehmen; wenigstens verdichten die festesten Substanzen Wasser an ihrer Oberfläche. Die Structur hat allerdings einen wesentlichen Einfluss auf diese Anziehungskraft, so dass poröse Körper eher und mehr Wasser aufnehmen als

*) *a* Rohr mit Krahnen zum Zufliessen des Wassers. *b*) Rohr für den Austritt der Luft. *c* Luftlöcher für das Eindringen der Luft. *d* Syphon zum Abfluss des mit Luft geschwängerten Wassers.

eine dichte und feste Substanz; jedoch selbst das Spiegelglas condensirt stets an seiner Oberfläche eine gewisse Menge Wasser, die durch das Auge nicht wahrnehmbar ist. Wird z. B. ein Spiegelglas in Luft gebracht, welche man vorher über Chlorcalcium hat streichen lassen, und streut nun in diesen Raum, in welchen das Spiegelglas gebracht worden, unter Abschluss der Luft wasserfreies Kupferchlorid, welches bekanntlich eine dunkel lederbraune Farbe hat, so verwandelt es sich alsbald in einen schönen smaragdgrünen Körper, in die Wasserverbindung des Kupferchlorids. Sind die Körper poröser Natur, aber nicht aus der organischen Welt, so ist die Kraft, mit welcher das Wasser festgehalten wird, so gross, dass erst beim vollständigen Glühen das Wasser ausgetrieben wird. So zieht z. B. der gebrannte Thon mit der grössten Begierde nicht allein Wasser aus der Atmosphäre, sondern ist auch befähigt, chemischen Verbindungen das Hydratwasser zu entziehen. Dieses Verhalten des Thons ist deshalb für die Vegetation von der grössten Wichtigkeit, da grade diese Eigenschaft ihn befähigt, nach heissen trocknen Tagen während des Nachts die mit Wasser geschwängerte Luft gleichsam auszutrocknen, das Wasser in sich aufzunehmen und der Pflanze wieder zuzuführen.

Bei weitem energischer absorbiren die organischen Substanzen, z. B. Holz, Fleischfaser, Haare, Hornsubstanz in trocknem Zustande u. s. w. den Wasserdampf. Das Holz ist bekanntlich aus feinen Fasern zusammengesetzt und deshalb befähigt, 40—50 Procent Wasser zu binden; selbst das lufttrockne Holz enthält durchschnittlich noch 25—30 Procent Wasser. Wird Holz mit heissem Wasser ausgekocht, um alle Salze aus demselben zu entfernen, und alsdann bei 120° in einem luftverdünnten Raume getrocknet, so besitzt man in diesem Körper eine Substanz, deren Kraft, Wasser mechanisch aufzunehmen, nur mit der energischsten chemischen Thätigkeit, mit Hydratbildung, verglichen werden kann. Das Wasser wird wirklich mechanisch aufgenommen und bildet nicht eine chemische Verbindung mit dem Holze; dies erhellt daraus, dass das Wasser den Raum, welchen es früher besessen hat, wieder einzunehmen und dadurch das Volumen der Holzfaser zu vermehren vermag (Quellen des Holzes). Die Kraft, mit welcher das Wasser aufgenommen wird, ist so gewaltig, dass dem Aufquellen des Holzes keine Kraft widerstehen kann. Um noch ein anderes Beispiel dieser Art anzuführen, ist das Sprengen der Schädel mittels quellender Erbsen zu erwähnen.

Obgleich nun diese Kraft so unendlich gross ist und deshalb in der Technik noch manche Anwendung finden könnte, so tritt sie doch auch häufig dem Menschen hemmend entgegen und veranlasst ausser mechanischen Zerstörungen auch die Beschleunigung der Fäulniss und Verwesung, weil eben das Wasser, welches stets grössere Mengen Sauerstoff als die atmosphärische Luft enthält, auch den meisten Substanzen eine Sauerstoffquelle, welche Fäulniss und Verwesung befördert, darbietet.

Die Bildung des Holzschwammes wird z. B. durch diese Eigenschaft des Holzes begünstigt. Es ist leicht ersichtlich, dass die organischen Substanzen, welche das Vermögen in so hohem Grade besitzen, Wasser mechanisch zu binden, um so eher der Zerstörung unterworfen sind, wenn sie abwechselnd trockner und feuchter Luft ausgesetzt sind; auf einem solchen raschen und häufigen Wechsel beruht das Faulen des Segeltuches, der Zeltdecken, der Schiffstaue u. s. w.

Das Bestreichen mit Fett, Theer, Asphalt u. s. w. hat, abgesehen von der solchen Körpern eigenthümlichen antiseptischen Eigenschaft, auch eine rein mecha-

nische Wirkung, insofern diese das Wasser nicht aufnehmenden Substanzen die Poren erfüllen und für das Eindringen des Wassers verschliessen*).

Hat eine organische Substanz sich über dem Gefrierpunct mit Wasser gesättigt und tritt alsdann plötzlich Frost ein, der natürlich von aussen nach innen das Wasser zum Gefrieren bringt, so sind von aussen her die Poren schon längst geschlossen, wenn im innern Kern das Wasser zur Krystallisation kommt.

Durch die Aufnahme des Wassers haben die einzelnen Fasern schon ihre grösstmöglichste Ausdehnung erhalten und ein jedes Plus von Kraft muss sie zum Zerspringen und Zerplatzen zwingen. Es darf daher nicht auffallend erscheinen, dass von Wasser durchtränkte Gebilde durch rasch eintretenden Frost zerplatzen können. Ein solches Zerspringen findet auch bei Mineralien, z. B. beim Sandstein, bei der Grauwacke u. s. w., und zwar in der Form des Abblätterns statt; der Verwitterungsprocess bei der Ackerkrume wird durch diesen Vorgang mächtig unterstützt.

Selbstverständlich beeinflusst die mechanische Wasseraufnahme auch den Feuchtigkeitszustand der die Substanz zunächst umgebenden Atmosphäre und zwar zunehmend mit der steigenden Temperatur.

Das Aufsaugungsvermögen resp. das mechanische Aufnehmen des Wassers durch Capillarität bedingt auch die Feuchtigkeit der unteren Geschosse bei Gebäuden, bei welchen man ein Baumaterial poröser Art angewendet hat. Um dieses zu verhüten, ist es zweckmässig, Isolirschichten anzulegen, wozu sich am besten der Asphalt wegen seiner Undurchdringlichkeit für das Wasser eignet, der gleichzeitig hier als Bindemittel dient. Man gebraucht dazu auch Glasplatten, welche aus den Schlacken der Hohöfen bereitet werden, oder Metallplatten von Blei, Zink u. s. w. Feuchte Wohnungen entstehen meistens durch diese mechanische Kraft der Aufnahme des Wassers, können aber auch durch physicalisch-chemische Eigenschaften der Baumaterialien dem atmospärischen und flüssigen Wasser des Bodens gegenüber eingeleitet oder vermehrt werden. Hygroskopische Substanzen, welche das Feuchtwerden der Wohnungen mit bedingen, sind: Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, die salpetrigsauren und salpetersauren Salze von Calcium, Magnesium, Natrium, sowie organisch saure Salze, die Producte der Fäulniss und Verwesung organischer Stoffe, wie baldriansaure und buttersaure Salze, Chlorammonium, Salpeter und Ammoniumnitrat. Alle diese Substanzen und die Gelegenheiten zur Bildung derselben müssen vom Mauerwerk der Häuser abgehalten werden wenn es sich um die wichtige Aufgabe handelt, trockne und gesunde Wohnungen zu beschaffen.

In manchen Städten herrscht die üble Gewohnheit, dass man wegen Mangels eines naheliegenden Brunnens das Wasser der Strassenrinnen aufstaut und zur Bereitung des Mörtels anwendet. Durch dies schmutzige Wasser wird eine grosse Menge stickstoffhaltiger organischer Substanzen in das Mauerwerk eingeführt, welche der Fäulniss resp. der Salpetersäurebildung unterliegen, so dass ein Feuchtwerden der Wände die unausbleibliche Folge davon sein wird ; ausserdem enthält das Strassenrinnenwasser an und für sich schon eine Menge zerfliesslicher hygroskopischer Salze.

Backsteine gehören selbstverständlich zur Kategorie des gebrannten Thons

*) Ein Kitt, welcher Holzgegenstände vollkommen wasserdicht macht, besteht aus 3 Th. frischen defibrinirten Blutes und 4 Th. zu Staub gelöschten Kalks nebst einem geringen Zusatz von Alaun.

und nehmen Wasser sehr begierig auf und zwar nicht bloss das flüssige des Bodens, sondern auch das in der Atmosphäre als Dampf verbreitete; je stärker die Ziegel gebrannt sind, um so weniger besitzen sie dies Vermögen.

Sandsteine absorbiren ebenfalls die Feuchtigkeit und können nur dann für Häuserbauten ohne Nachtheil benutzt werden, wenn in den Umfassungsmauern ein hohler Raum angebracht wird.

Basalt wirkt eigentlich nur durch seine schlechte Wärmeleitung, wodurch er befähigt ist, die einmal aufgenommene Wärme längere Zeit festzuhalten und an seiner Oberfläche die Wasserdämpfe der ihn umgebenden wärmeren Luft niederzuschlagen; er lässt deshalb die Feuchtigkeit in einem Raume als tropfbarflüssig erscheinen. Will man Keller, z. B. beim Aufbewahren des Weines u. s. w., feucht halten, so mauert man sie mit Basalt aus.

Am schlechtesten ist bezüglich des Wasseraufsaugungsvermögens der Pisébau, welcher nicht selten aus gewöhnlicher Erde, Schlamm aus Teichen, Strassenkoth, etwas Lehm und sogar Mistjauche dargestellt wird; abgesehen von der hygroskopischen Beschaffenheit dieser Substanzen können auch die verfaulten organischen Stoffe von Einfluss sein. Derartige Gebäude sind meistens als Salpeteranlagen zu betrachten.

Bei Kellerwohnungen wird die Feuchtigkeit der Fundamente und der aufsteigenden Mauern gewöhnlich durch das Erdreich bedingt; auch können sie, wenn darin Wasserdämpfe, z. B. durch Kochen, den Aufenthalt vieler Menschen und dergleichen, entwickelt werden, die Gesundheit schädigen, weil alsdann der Wasserdampf an den Wänden condensirt herabfliesst und hierdurch eine höchst ungesunde Atmosphäre erzeugt wird.[25])

2) Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2.

Wasserstoffsuperoxyd kommt bei gewissen elektrischen Zuständen im atmosphärischen Wasser vor. *Schönbein* hat überall, wo Ozonbildung stattfindet, auch Wasserstoffsuperoxyd frei in der Natur gefunden.

Künstlich wird es durch Zersetzung von Bariumsuperoxyd mit verdünnter Salzsäure dargestellt, wobei sich Chlorbarium bildet.

$$BaO_2 + 2ClH = BaCl_2 + H_2O_2.$$

Durch Verdunsten der wässerigen Lösung unter der Luftpumpe erhält man eine farblose, syrupartige Flüssigkeit, die sich schon bei 15—20° Wärme zersetzt.

H_2O_2 zeichnet sich wegen der leichten Abgabe des O durch seine oxydirende Wirkung aus, zerstört deshalb alle organischen Farben und bleicht, indem sein O an die färbende Substanz tritt und mit ihr farblose Verbindungen bildet.

Absolut säurefreies Wasserstoffsuperoxyd soll sich monatelang unzersetzt aufbewahren lassen und deshalb Aussicht auf eine vielseitigere Verwendung gewähren.[26])

Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf den thierischen Organismus. Von einer directen Einwirkung desselben kann wohl keine Rede sein, da es sofort sein zweites Sauerstoffmolecül an seine Umgebung abgibt; bei jeder Berührung mit einer organischen Substanz zerfällt es.

Assmuth[27]) hat über den Einfluss von H_2O_2 auf die Ausscheidung der Kohlensäure experimentirt, indem dasselbe in's Blut eingespritzt oder in den Magen eingeführt wurde; er glaubte darnach nur eine grössere Eigenwärme als Wirkung annehmen zu müssen. Dass man kein bestimmtes Resultat bezüglich der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure erhielt, ist erklärlich; wenn man aber Spuren von H_2O_2 im Harn gefunden haben will, so ist dies wegen seiner leichten Zersetzbarkeit unmöglich.

Die Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd und Ozon ist fast identisch,

weshalb die Annahme von Schönbein gerechtfertigt erscheint, dass sich bei der Ozonisirung feuchter Luft H_2O_2 erzeugt.

Auf den Blutfarbstoff wirkt es ebenso zerstörend wie Ozon ein, indem das Blut braun wird und in Folge einer Bildung von Natriumoxalat und freier Salzsäure sauer reagirt (s. Ozon).

Nach Stoehr[28]) entsteht bei Berührung von säurefreiem H_2O_2 mit Blut eine stürmische Gasentwicklung, wobei die Blutfarbe rasch durch Gelbroth in ein blasses Gelb übergeht, die Flüssigkeit nach 5—6 Minuten ziemlich klar und bei längerem Stehen farblos, schwach opalisirend wird, dabei einen graublauen Fluorescenzkegel zeigt und am Boden ein weisses flockiges Coagulum absetzt.

Diese Erscheinungen können nur durch eine sehr energische Einwirkung von H_2O_2 hervorgerufen werden; das weisse Coagulum besteht aus Albumin und bildet sich immer bei der Einwirkung von H_2O_2 auf das Blut. Bei schwachen Lösungen erscheinen die Blutkörperchen nur geschrumpft oder gezackt, während sie bei stärkern Lösungen schliesslich ganz zerstört werden, grade wie es bei Ozonwirkung der Fall ist. Die weissen Blutkörperchen zeigen keine Veränderung; im Spectrum verschwinden die Hämoglobinstreifen und nur bei säurehaltiger Lösung tritt der Hämatinstreif im Roth auf.

Nach Stoehr soll das Contagium der Diphteritis und des Schankers durch Wasserstoffsuperoxyd vernichtet werden; die morphologische und chemische Veränderung der Wundsecrete, der croupösen und diphtheritischen Exsudate durch H_2O_2 kann als das Resultat der kräftigen Oxydation und der dadurch entstehenden sauren Producte betrachtet werden.

Vorkommen von Wasserstoffsuperoxyd in der Technik. In der Technik scheint H_2O_2 beim Rasenbleichprocesse und bei dem durch Elektricität eingeleiteten Bleichprocesse von Zucker und Leinwand dieselbe Rolle wie Ozon zu spielen. Dass bei der Rasenbleiche H_2O_2 höchst wahrscheinlich mitwirkt, geht aus den Untersuchungen von Heinr. Struve hervor. Derselbe hat H_2O_2 nachgewiesen im Schnee, Regenwasser und besonders bei starken Gewitterregengüssen; auch in der Luft resp. im Wasserdampf der Luft ist H_2O_2 aufgefunden worden.

Die Methode, nach welcher dasselbe in den verschiedenen Niederschlägen der Atmosphäre, sowie in der Luft aufgefunden wird, kann als eine ziemlich sichere angesehen werden.

Bei Schnee, Regen etc. nimmt *Struve* 100 C. C. des zu prüfenden Wassers, setzt demselben 4 Tropfen einer klaren Lösung von Bleioxyd-Kali und alsdann einige Tropfen von basisch essigs. Blei zu, bis ein deutlicher Niederschlag entstanden ist; darauf schüttelt man gut, lässt absetzen und sammelt den Niederschlag nach einigen Stunden auf einem kleinen Filter, auf welchem man ihn mit destillirtem Wasser auswäscht. War in dem Wasser Wasserstoffsuperoxyd auch nur spurweise enthalten, so hat sich dafür eine entsprechende Menge von Bleisuperoxyd gebildet. Um die Gegenwart des letztern darzuthun, nimmt man 2 kleine Porzellanschalen, gibt in jede 2 Tropfen destillirtes Wasser und 1 Tropfen Jodkaliumstärkelösung und trägt mittels eines Glasstabes eine Spur von dem erhaltenen Niederschlage in jede Porzellanschale ein; ist nur eine Spur Bleisuperoxyd vorhanden, so tritt in Folge von Abscheidung freien Jod's aus dem Jodkalium eine lebhaft blaue Färbung von Jodstärke ein.

Diese Reaction kann noch empfindlicher gemacht werden, wenn man 1 Tropfen verdünnter Essigsäure zusetzt.

Nach Struve enthält das Schnee- und Hagelwasser mehr davon als das Regenwasser bei Gewitterregen, am wenigsten findet sich im gewöhnlichen Regenwasser. Um in der Luft dasselbe nachzuweisen, werden Glasgefässe mit Eis gefüllt

und das auf die Glaskugel sich niederschlagende Wasser prüft man alsdann nach der oben angegebenen Methode.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das rasche Bleichen im Februar, März und April, die sogenannte Frühjahrsbleiche, wobei häufig die Stoffe mit Wasser, welches von Schnee und Hagel herrührt, getränkt werden, mit der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd in Verbindung steht. Es trifft diese Erfahrung auch mit dem hohen Ozongehalt der Luft in diesen Monaten zusammen, was ebenfalls dafür spricht, dass Ozon Wasserstoffsuperoxyd zu erzeugen vermag und überhaupt in allernächster Beziehung zu diesem steht.

Sauerstoff und Chlor.

1) **Unterchlorige Säure** $HClO$ kommt nur in wässriger Lösung vor; frei wird sie erhalten, wenn man Chlor auf mit Wasser geschlemmtes Quecksilberoxyd einwirken lässt, wobei das entstehende Quecksilberchlorid mit dem Quecksilberoxyd eine schwerlösliche Verbindung eingeht.

Die freie Säure ist ein röthlichgelbes Gas, welches wie Chlor riecht und durch Salzsäure in Chlor und Wasser zerfällt.

$$HClO + HCl = H_2O + 2Cl.$$

Einwirkung der unterchlorigen Säure auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt unter der Glasglocke, welche mit den Dämpfen der unterchlorigen Säure angefüllt ist. Sogleich Blinzeln mit den Augen und Schütteln des Kopfes, Husten und Putzen der Augen. Nach 1 M. Würgen, Nasswerden des Schnabels, Augen geschlossen, Kothabgang bei beständigem Husten. Nach 3 M. Schwanken und alsdann Niedersitzen bei unterdrückter Respiration; häufiges starkes Aufhusten. Nach 5 M. 5 Inspirat. binnen $^1/_4$ M.; nach 10 M. Herausnahme der Taube. Sie bleibt bei beschwerlichem Athmen auf dem Bauche liegen; nach 2 M. 6 beschwerliche Inspirationen bei geringem Schleimrasseln; Augen geschlossen. Nach 4 M. geht sie ein paar Schritte schwankend einher; aus dem Schnabel fliesst eine schleimige weisse Flüssigkeit; der Athem wird immer beschwerlicher und langsamer. Nach 14 M. leichte Convulsionen in der Rückenlage; nach 15 M. Tod.

Section nach 24 Stunden. Schädelhöhle: die vordern Kopfknochen blutig injicirt; Hirnhäute ziemlich blutreich, vorzüglich aber an der Basis des Gehirns. Am hintern Rande der linken Hemisphäre ist ein kleiner Blutstropfen aus der Dura mater ausgetreten; Plex. ven. spin. mit dickflüssigem, schwarzem Blute angefüllt. Brusthöhle: das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea stark injicirt; Trachealschleimhaut in der obern Hälfte mässig injicirt, in der untern Hälfte mit einer aufgelockerten Epithelialschicht bedeckt, nach deren Lösung die rothbraune Schleimhaut zu Tage tritt. Unterhalb der Theilung lagert ein blutiger Schaum; die Oberfläche der Lungen sieht mit Ausnahme der Ränder schmutzig-hellbraun aus. Auch das Parenchym hat eine ähnliche Farbe und zeigt auf den Durchschnittsflächen dickflüssiges, schwarzes und mit kleinen geronnenen Klümpchen vermischtes Blut; nur am untern Rande der beiden Lungen ist das Parenchym von etwas heller Farbe. In beiden Vorhöfen des Herzens dickflüssiges schwarzrothes Blut, welches in dünnern Schichten dunkelkirschroth erscheint. Die Umrandung der Blutkügelchen ist vielfach punctirt; einzelne sind zerfallen oder contrahirt. Unterleibshöhle: Leber schwarz dunkelbraun und ziemlich blutreich; in den grössern Venen dickflüssiges dunkles Blut; Nieren normal.

2) **Chlorige Säure** $HClO_2$ wird durch Erwärmen eines Gemenges von Kaliumchlorat mit Arsenigsäureanhydrid und etwas Salpetersäure gewonnen. Die Temperatur darf hierbei nie 45—50° C. übersteigen; auch darf das Gemenge keine Chloride enthalten, weil sonst heftige Explosionen entstehen.

Die übergehenden Dämpfe müssen in einem auf —20° C. abgekühlten Gefässe aufgefangen werden: sie sehen dunkel grünlichgelb aus, 5—6 Vol davon werden von 1 V. Wasser gelöst. Es bildet sich eine rothbraune Lösung von ätzendem, schrumpfendem Geschmacke, welche gelbe Flecke auf der Haut erzeugt. Beim Erwärmen oder bei Berührung mit Schwefel, Eisen, Phosphor und Arsen detonirt die gasförmige Säure sehr heftig, worauf bei ihrer Darstellung sehr zu achten ist: sie hat kein technisches Interesse und ist nur in ihren Salzen bekannt.

3) **Unterchlorsäure, Chlorsäure-Chlorigsäureanhydrid** Cl_2O_4 entsteht, wenn die Salze der Chlorsäure mit Schwefelsäure im Wasserbade erwärmt werden; es ist ein dunkelgelbes, zwischen 60—63° C. explosives Gas, welches sich bei —20° zu einer rothen Flüssigkeit condensirt. Bei der Darstellung können leicht Explosionen entstehen.

Einwirkung des Gases auf den thierischen Organismus. Eine Taube, welche unter der Glasglocke sass, wurde beim Eindringen der Dämpfe sehr unruhig, sprang in die Höhe, blinzelte mit den Augen und hustete beständig. Nach 5 M. Nasswerden des Schnabels und beständiges Husten; nach 7 M. starkes Schwanken nach der rechten Seite. Nach 10 M. hustet sie bei jeder Inspiration; nach 25 M. angestrengte Respiration bei offenem Schnabel; der Husten klingt jetzt heiser und trocken. Nach 30 M. Herausnahme der Taube. Die Atmosphäre der Glocke hatte bis zum Schlusse des Experimentes eine gelbliche Farbe behalten. Der Husten hält an und hat einen heisern Bräune-Ton: Schleim fliesst aus den Nasenlöchern und die Augenlieder sind geschwollen. Fresslust nicht gestört; beschwerliche Respiration und ein heiserer Husten halten bis zum 7. Tage bei starkem Durste an. Erst nach 28 Tagen ist die Respiration normal; weitere Nachkrankheiten traten nicht ein.

4) **Chlorsäure** $HClO_3$ ist nur in wässriger Lösung, welche stark sauer reagirt, bekannt; man erhält sie durch Zersetzung des in Wasser gelösten Bariumchlorats mittels Schwefelsäure.

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + HClO_3.$$

Der Chlorsäure entsprechen die Brom- und Jodsäure, welche in analoger Weise dargestellt werden. Die chlorsauren Salze sind sämmtlich in Wasser löslich; das chlorsaure Kalium ist das bekannteste unter ihnen.

Chlorsaures Kalium, Kaliumchlorat $KClO_3$, Kali chloricum wird in Laboratorien durch Einleiten von Chlor in eine heisse concentrirte Kalilauge erhalten; das sich dabei bildende Kaliumchlorid wird durch Umkrystallisiren entfernt.

$$6KHO + 6Cl = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O.$$

5) **Ueberchlorsäure** $HClO_4$ wird durch Destillation von überchlorsaurem Kalium mit dem vierfachen Ueberschuss von Schwefelsäure gewonnen. Das zuerst übergehende Destillat erstarrt; unterwirft man dieses einer nochmaligen Destillation, so spaltet es sich in zwei Flüssigkeiten: 1) in die reine Ueberchlorsäure $HClO_4$ als eine bei 110° siedende, an der Luft rauchende und ätzende Flüssigkeit, welche mit wenig Wasser nadelförmige Krystalle mit 1 Mol. Wasser liefert; diese haben die Zusammensetzung $HClO_4 + H_2O$; 2) in eine bei 203° siedende ölige Flüssigkeit mit 2 Mol. Wasser: $HClO_4 + 2H_2O$.

Der Ueberchlorsäure entsprechen die Ueberbromsäure $HBrO_4$ und Ueberjodsäure HJO_4.

Einwirkung der Ueberchlorsäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine mittelgrosse Taube sitzt unter der Glasglocke. Sobald die Dämpfe, welche durch Destillation von überchlorsaurem Kalium mit Schwefelsäure dargestellt wurden, in die Glocke dringen, entsteht Blinzeln mit den Augen und Husten. Nach 4 M. beständiger, sehr erschütternder Husten; nach 15 M. dieselben Erscheinungen, nur fliesst viel Schleim aus dem Schnabel. Herausnahme der Taube, weil die Entwicklung der Dämpfe aufhörte; sie behält noch 3 Stunden lang einen bald feuchten, bald trocknen Husten, welcher am andern Tage seltner wird, während die Stimme heiser bleibt. Am 3. Tage sind alle krankhaften Erscheinungen verschwunden.

2) Eine mittelgrosse Taube sitzt unter der Glocke. Sobald die Dämpfe der Säure in die Glocke dringen, entsteht Blinzeln mit den Augen und Husten; nach 4 M. heftiger, erschütternder Husten. Nach 7 M. 7 mit Husten begleitete Exspirationen binnen 1/4 M.; nach 15 M. sind noch dieselben Erscheinungen vorhanden. Herausnahme der Taube, welche ebenfalls 3 Stunden lang noch einen bald feuchten, bald trocknen Husten behält. Am folgenden Tage ist der Husten seltner, aber die Stimme noch heiser; am 3. Tage ist die Taube wieder hergestellt.

Hält man eine Rückschau auf die Wirkung der Chlorsäuren in physiologischer Beziehung, so ist die unterchlorige Säure auf gleiche Stufe mit dem Chlor zu stellen, weil sie eine Quelle von freiem Chlor ist. Man könnte sie als Paradigma für die Chlorwirkung aufstellen, wenn man namentlich den Obductionsbefund beim obigen Versuche in Betracht zieht; denn es liess sich hier ganz entschieden nur die Wirkung des Chlors nachweisen. Nirgends bot das Lungengewebe die feste und dichte Beschaffenheit dar, welche entsteht, wenn Chlor in Salzsäure übergegangen ist und als solche eingewirkt hat. Dabei zeigte sich die reizende Wirkung auf die Schleimhaut der Luftröhre in besonders prägnanter Weise an der Auflockerung des Epitheliums; auch das Blut war wie bei Chlor dickflüssig und dunkel. Je höher die Oxydation steigt, desto mehr spricht

sich die reine Säureeinwirkung aus; damit tritt die Wirkung der Säure in den Vordergrund und die des Radicals in den Hintergrund. Die Unterchlorsäure macht gleichsam den Uebergang und lässt kaum noch die charakteristische Einwirkung von Chlor erkennen, da selbst eine Taube den Dämpfen derselben 30 Minuten lang ohne bleibenden Schaden ausgesetzt werden konnte. Die Chlorsäure ist an und für sich nicht flüchtig und kann daher als Dampf nicht inhalirt werden. Die Ueberchlorsäure wirkte auf die Versuchsthiere nur reizend ein, indem dadurch ein anhaltender Husten hervorgerufen wurde; aber selbst Tauben konnten 15 Minuten lang in den Dämpfen derselben verweilen, ohne nachhaltig afficirt zu werden; auch verloren sich der Husten und die heisere Stimme nach dem Versuche weit schneller als nach der Einwirkung der Unterchlorsäure.

Industrie der unterchlorig- und chlorsauren Alkalien.

Die **unterchlorigsauren Alkalien** kommen nur in Lösungen vor, da sie sich beim Eindampfen zersetzen. Man unterscheidet in der Technik das unterchlorigsaure Kalium (Eau de Javelle) und das unterchlorigsaure Natrium (Eau de Labarraque); Grouvelle's Bleichflüssigkeit ist unterchlorigsaures Magnesium.

Bei der Darstellung der Bleichflüssigkeiten wird das Chlor wie bei der Chlorfabrication gewonnen und aus dem Entwicklungsgefässe in einen Ballon geleitet, welcher eine Lösung von Kalium- oder Natriumcarbonat enthält. Indem sich unterchlorigsaures Kalium und Chlorkalium unter Entweichen von Kohlensäure bilden, fährt man mit der Einleitung des Chlors nur so lange fort, bis noch einige Procente der unzersetzten kohlensauren Alkalien zurückbleiben.

Häufig versetzt man auch Chlorkalk, welchen man von seinen unlöslichen Theilen befreit hat, mit den kalten Lösungen der kohlensauren Alkalien, wobei sich dann durch gegenseitige Zersetzung unterchlorigsaures Alkali und Calciumcarbonat bilden; letzteres wird als unlöslich durch Decantiren abgeschieden.

In sanitärer Beziehung kommen die bei der Chlordarstellung angegebenen Vorsichtsmassregeln zur Beachtung. Nach der Grösse des Betriebes richten sich auch die Apparate; die Rückstände, die Manganlaugen, sind selbstverständlich dieselben; einfacher und weniger belästigend ist deshalb die zweite Methode der Darstellung mittels Chlorkalks.

Verwendung finden die Bleichflüssigkeiten in derselben Weise wie der Chlorkalk; es sind daher auch hauptsächlich die Stoffe von vegetabilischen Fasern, welche damit behandelt werden.

Chlorsaures Kalium, Kaliumchlorat $KClO_3$. Im Grossen wird es durch Einleiten von Chlor in einen dünnen Brei von Calciumhydrat (Kalkmilch) und Chlorkalium dargestellt; es entsteht zunächst chlorsaures Calcium, welches durch Chlorkalium in Chlorcalcium und chlorsaures Kalium übergeführt wird.

$$6Ca(HO)_2 + 6Cl_2 = 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$$
$$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl = CaCl_2 + 2KClO_3.$$

Das Salz stellt kleine glänzende Blättchen dar; die reichlichen Rückstände von Chlorcalcium sind hierbei zu beachten, da sie niemals frei abfliessen dürfen.

Das Kaliumchlorat ist eines der stärksten Oxydationsmittel und erzeugt in Verbindung mit manchen Körpern eine heftige Explosion, wenn ein Schlag oder Stoss einwirkt. Hierher gehören: 1) einfache Körper, wie Schwefel, Phosphor, Arsen, Selen und Tellur; 2) die zusammengesetzten Körper, wie die meisten Schwefelmetalle, Schwefel-

antimon, Schwefelblei, Schwefelquecksilber, Schwefelarsen etc; 3) organische Körper, wie Zucker, Stärkemehl und arabischer Gummi; 4) organisch-saure Salze, wie pikrinsaures Kalium. Wird es mit letzterm zusammengerieben, so entsteht eine furchtbare Explosion; die Kenntniss dieser Thatsachen ist sehr wichtig, um die Entstehung vieler möglichen Unglücksfälle zu verhüten. Von verschiedenen Säuren wird Kal. chloric. mit Heftigkeit zersetzt, z. B. mit concentrirter Schwefelsäure explosionsähnlich; mit Salzsäure entwickelt es Chlor.

$$KClO_3 + 6HCl = KCl + 3H_2O + 6Cl.$$

Eine technische Verwendung findet es bei der Darstellung von Zündmassen, namentlich bei der Darstellung der phosphorfreien Streichhölzchen, sowie in der Lustfeuerwerkerei und in der Kriegsfeuerwerkerei zur Erzeugung von brillanten Buntfeuern oder Signalfeuern, je nachdem man zu einem Gemenge von chlorsaurem Kalium und Schwefel oder Schwefelnatrium etc. noch salpetersaure Strontianerde (rothe Farbe) oder Kupferoxyd (blaue Farbe) oder salpeters. Barium (grüne Farbe) zusetzt; durch Vermischen dieser Salze erzeugt man die verschiedensten Farben.

Eine grosse Bedeutung hat Kaliumchlorat für die Darstellung der Zündspiegelsätze bekommen, welche durch die vorschnellende Zündnadel explodiren und aus chlorsaurem Kalium und Schwefelantimon bestehen. Häufig wählt man von ersterm 5 und von letzterm 4 Th.; hierbei bilden sich bei der Verpuffung Antimonoxyd und schweflige Säure.

Der in Preussen gebräuchliche Zündpillensatz soll aus 5 Th. chlorsaurem Kalium, 4 Th. Schwefelantimon und etwas Schwefel bestehen; auch benutzt man an andern Orten Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefelantimon, Zucker, Blutlaugensalz und Bleisuperoxyd.

Bei grössern Quantitäten ist stets die feuchte Bearbeitung durchaus erforderlich, indem nur das mit Wasser und dünnem Kleister vermengte chlorsaure Kalium den übrigen Bestandtheilen hinzuzufügen ist. Das Mengen geschieht auf Papier mittels eines Holzspatels; das trockne Mengen sollte auch bei kleinen Quantitäten verboten werden. Aus der teigigen Masse formt man Stangen auf einem Brettchen und presst aus diesen die Zündpillen mittels einer Kugelform von entsprechender Grösse aus, um sie in die Höhlungen der Spiegel einzulegen, wenn man nicht den Gebrauch einer siebartigen, durch eine verschiebbare Platte verschlossenen Metallplatte vorzieht. In letzterm Falle drückt man die Masse, nachdem die Platte weggenommen worden, in die unten bereit stehenden Spiegel, in welche sie zum Trocknen gelangen. Das Einpressen der Zündmasse in die Spiegel geschieht durch Aufdrücken eines dreikantigen Stempels mittels einer Hebelpresse, nachdem man die Zündmasse mit lose eingelegten Pillen in eine passende Stanze gebracht hat. Da der Stempel so construirt ist, dass bei einer etwaigen Explosion das Entweichen der Gase stattfindet, so ist diese Arbeit mit keiner Gefahr verbunden.

Die Militärzündnadelpatrone besteht aus dem Geschoss, dem Zündspiegel, der Zündpille, der Pulverladung und der Papierhülse mit einem Tuchboden.

Die Chassepotpatronen enthalten Zündhütchen mit Knallquecksilber; die dazu gebräuchlichen Mischungen bestehen im Allgemeinen aus chlorsaurem Kali, Knallquecksilber, Salpeter, Schwefel, Leim oder Gummi (s. Zündhütchenfabrication).

In der artilleristischen Technik hat das chlorsaure Kalium eine beschränkte Anwendung, weil durch ein solches Pulver die eisernen Läufe der Feuerwaffen zu stark angegriffen, auch die Mannschaften bei der Bedienung der Geschütze durch das freiwerdende Chlor zu sehr belästigt werden.

Man hat verschiedene Compositionen für solche Pulversorten angegeben, bei denen das chlorsaure Kalium häufig den Salpeter ersetzt. Am meisten bekannt ist das weisse Pulver von *Augendre*, welches aus chlorsaurem Kalium, Blutlaugensalz und weissem

Zucker besteht; es soll gefahrlos sein, wenn es ganz frei von beigemengten Kohlen- oder Schwefeltheilchen ist, eine Angabe, welcher jedoch von mancher Seite widersprochen wird. Sicher ist, dass Manipulationen mit grösseren Quantitäten aller Mischungen von chlorsaurem Kalium namentlich in der Sprengtechnik mit vielen Gefahren verbunden sind.

Ausser in Feuerwerksmischungen ist die Benutzung des Kaliumchlorats als Oxydationsmittel und Sauerstoffquelle in Laboratorien und chemischen Fabriken nicht minder wichtig.

In der Zeugdruckerei dient es wie Chlorkalk zur Erzeugung gewisser Farbennüancen. Zu diesem Zwecke werden die mit der Farbe aus Kaliumchlorat gedruckten Zeuge einem Dampfdrucke von einigen Atmosphären ausgesetzt, wobei das Kaliumchlorat sich zersetzt und oxydirend resp. zerstörend auf den Farbstoff einwirkt, so dass Veränderungen desselben die nothwendigen Folgen sind; diese sind jedoch vorher nicht zu bestimmen und daher durch kleine Proben zu ermitteln. Die früheren Tauchzündhölzchen beruhten auf der Zersetzung des Kaliumchlorats mittels Schwefelsäure.

Ueberchlorsaures Kalium, Kaliumhyperchlorat ($RClO_4$) erhält man durch Erhitzen von chlorsaurem Kalium auf ungefähr 360°. Das gleichzeitig auftretende Chlorkalium wird durch Umkrystallisiren ausgeschieden; es ist in kaltem Wasser viel schwerer löslich als in heissem.

Seine Verwendung ist viel beschränkter als die von Kaliumchlorat, obgleich es sich ähnlich wie dieses verhält, sich aber nicht so leicht zerlegt.

Schwefel S.

Der Schwefel kommt im Mineralreich in grösster Verbreitung vor; die Glanze, Kiese oder Blenden bilden die eigentlichen Schwefelerze oder Schwefelmetalle. In gediegenem Zustande findet er sich in Italien (Sicilien), Croatien, Polen, Lüneburg, am rothen Meere u. s. w.; in vulcanischen Eruptionen: in den sogenannten Solfataren fehlt er nie. Der erdige Schwefel ist mit fremden Mineralien, der grüne oder rothe natürliche mit bituminösen Substanzen, Arsen oder Selen gemengt.

Die Bergleute, welche in Schwefelgruben (Solfaren) arbeiten, heissen in Italien Picconieri, weil sie sich zum Ausspalten der Schwefelerze aus den Gängen eines schweren Hammers (Piccone) bedienen; nur sehr selten und zwar bei einer Gangart aus dem härtesten Kalkstein bedient man sich des Schiesspulvers zum Sprengen. Die Breite der Galerien beträgt 2—2½ M., während die Höhe von der Dicke und Härte des umschliessenden Gesteins abhängt; um sie vor dem Einstürzen zu sichern, unterstützt man die Wände durch Mauerwerk. Der Transport der Erze geschieht durch acht- bis zehnjährige Jungen (Manuali), welche das Erz auf Schulter und Rücken tragen. Bei 100 M. tiefen Gruben muss man schon zur Bewältigung des Wassers zu Maschinen seine Zuflucht nehmen, abgesehen von den gesundheitsschädlichen Einflüssen, welche hier einwirken. Nur in wenigen Schwefelgruben sind die hierzu nothwendigen Fahrgalerien resp. die Förderungen in Schachten eingeführt, obgleich in neuerer Zeit der Fortschritt hierin nicht zu verkennen ist. Das geförderte Erz wird an der Mündung der Schwefelgrube auf Haufen geworfen, welche dann von besonderen Beamten gemessen werden. [1])

Schwefel ist ferner ein nie fehlender Bestandtheil des Pflanzen- und Thierreichs. Unter den Pflanzen sind es besonders die Cruciferen, die Zwiebel, der Knoblauch, die Asa foetida u. s. w., welche schwefelreiche Verbindungen enthalten; alle Proteïne oder proteïnähnliche Verbindungen enthalten Schwefel. In den Ausdünstungen des menschlichen Körpers und unter den Gasen im Darmcanal zeigt sich mehr oder weniger Schwefel in der Form von H_2S.

Aus den schwefelsauren Salzen des Bodens, welche wohl nirgends fehlen, gelangt der Schwefel in die Pflanzen und alsdann weiter mittels der vegetabilischen Nahrungsmittel in den Thierkörper.

Der Schwefel ist im Wasser unauflöslich, geschmack- und fast ganz geruchlos; wird er gerieben, so verflüchtigen sich in Folge der durch Reibung entstandenen Wärme Schwefeltheilchen, welche den bekannten Schwefelgeruch haben. In Aether und Alkohol ist er schwer, in ätherischen Flüssigkeiten und beim Sieden leichter und in Schwefel-

kohlenstoff bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht löslich: aus der Lösung krystallisirt er in Octaedern.

Wird der Schwefel auf 160° erhitzt, so wird er dickflüssig und bei + 230° zähe; über diese Temperatur hinaus erhitzt, wird er dünnflüssiger. Giesst man ihn alsdann in einem dünnen Strahl in kaltes Wasser, so entsteht eine dunkelbraune, durchsichtige und elastische Masse, welche erst nach längerer Zeit fest wird und die ursprüngliche Farbe wieder bekommt, aber amorph ist: dieser amorphe Schwefel ist in Schwefelkohlenstoff unlöslich und geht allmählig theilweise in octaedrischen Schwefel über. Bei langsamer Erkaltung des geschmolzenen Schwefels entstehen Krystalle von rhombischen Prismen, welche jedoch wiederum in Octaeder übergehen.

Der Schwefel siedet bei 420°, wobei er aber mit der Luft nicht in Berührung kommen darf, da sein Entzündungspunct weit unter seinem Siedepunct, nämlich bei 260° liegt; das Entzündungsproduct ist Schwefligsäureanhydrid SO_2. Hält man bei der Destillation des Schwefels die Vorlage recht kühl, so condensiren sich die Dämpfe zu einem gelben Pulver, welches man Schwefelblumen nennt; sie sind zum Theil amorpher Schwefel, daher in Schwefelkohlenstoff nicht vollständig löslich. Erwärmt sich aber die Vorlage bis zu 111°, so verdichtet sich der Schwefel zu einer Flüssigkeit, welche zu krystallinischem Schwefel erstarrt.

Die leichte Entzündlichkeit des Schwefels ist seit den ältesten Zeiten bekannt, weshalb ihn *Paracelsus* für die wahre Feuermaterie ansah, an deren Stelle das später von *Stahl* angenommene Phlogiston trat; man sah es als denjenigen Bestandtheil einer Substanz an, durch welchen sie erst zum Verbrennen befähigt war, bis späterhin durch die Entdeckung des Sauerstoffs die antiphlogistische Theorie begründet wurde.

Der Schwefel ist in seinem chemischen Verhalten dem Sauerstoff am ähnlichsten, da er sich mit allen übrigen Elementen, namentlich mit den Metallen verbindet; fast immer erfolgt diese Verbindung unter Feuererscheinung, wenn der Schwefel dampfförmig einwirkt.

Einwirkung der Schwefeldämpfe auf den thierischen Organismus. 1 Drachme Schwefel wurde bei einer Temperatur, welche 120° nicht überstieg, geschmolzen; die sich bildenden Dämpfe wurden in die Glasglocke, unter welcher sich ein mittelgrosses Kaninchen befand, geleitet. Schon nach 1 M. trat ein Thränen und Blinzeln der Augen ein. Nach 2 M. ruhiges Verhalten in der Bauchlage; 15 sehr unregelmässige Inspirationen. Nach 24 M. hatte sich der Schwefel an der Nasenöffnung abgelagert; häufiges Schliessen der Augen. Nach ¾ Stunden 18 unregelmässige Inspirationen; stärkere Reizung der Augen trat nicht ein. Bei der darauf folgenden Herausnahme zeigte sich nichts Auffallendes; das Kaninchen blieb gesund.

Wir selbst empfanden nach der Einwirkung der Dämpfe ausser einem gelinden Kratzen im Halse ein leichtes Brennen in den Augen, welches zum Wischen nöthigte, grade als ob ein fremder Körper in's Auge gerathen wäre; bei vielen Menschen steigert sich jedoch die Reizung der Augen nicht selten zu einer wirklichen Conjunctivitis mit starker Thränenabsonderung.

Bei einzelnen Arbeitern, welche sich beständig mit dem Auflösen des Schwefels beschäftigen und längere Zeit der Einwirkung der Schwefeldämpfe aussetzen, kann sich eine heftige, bis zur Blenorrhoe steigende Augenentzündung ausbilden. Manche Menschen sind in dieser Beziehung so empfindlich für die Einwirkung des Schwefels, dass häufig schon das in der Nähe der Augen auf Stirn und Nase abgelagerte Schwefelpulver, wenn dasselbe als Schüttelmixtur gegen Hautreizungen angewendet wird, die Augen afficirt, ohne dass man das etwaige Hineinfallen des Schwefelpulvers in die Augen beschuldigen kann. Wahrscheinlich hängt diese Erscheinung mit dem baldigen Uebergange des fein vertheilten Schwefels in schweflige Säure zusammen, da diese ebenfalls Reizungen der Conjunctiva erzeugt (s. schweflige Säure).

In Frankreich finden die Schwefelblumen eine ausgedehnte Verwendung als Mittel gegen die Traubenkrankheit, welcher der bekannte Pilz Oidium Tuckeni zu Grunde liegt; um den Schwefel aufzustäuben, bedient man sich der sogen. Troddelbüchsen, welche ein conisches, mit einem durchlöcherten Deckel versehenes Rohr aus Weissblech darstellen und mit Schwefelblumen halb gefüllt sind. Auf dem Deckel sind

Wolldochte wie die Borsten eines Pinsels befestigt; beim Schütteln dringt der Schwefel zwischen den Dochten sehr vertheilt aus.

Auch bedient man sich eines Blasebalgs ohne Ventil, welcher beim Zudrücken durch den vorderen Ansatz, einen siebartigen Behälter, den Schwefelstaub austreten lässt.

Bei diesem Verfahren sind die Arbeiter stets dem Schwefelstaube ausgesetzt und hat die Erfahrung die charakteristische Einwirkung desselben auf die Augen hinreichend bewiesen. Es bildet sich hierbei häufig eine Conjunctivitis aus, wobei die Augen anschwellen und starker Thränenfluss eintritt; bei grosser Lichtscheu verbreiten sich strahlende Schmerzen von den Augen nach der Stirngegend hin und exacerbiren namentlich im Sonnenschein, wohingegen die Erscheinungen während der Nacht nachlassen; auch kaltes Wasser erleichtert die Krankheit. Diese Nachtheile würden vermieden werden, wenn man den Schwefel mittels eines Wasserstauberzeugers (Pulverisateur) appliciren würde. [2])

Die Ausbringung des Schwefels. Man unterscheidet die Gewinnung des Schwefels aus Schwefelerzen und aus Kiesen.

1) Die Gewinnung des Schwefels aus Schwefelerzen. In Sicilien wurden früher die Schwefelerze in grossen Meilern (Calcarelle) verbrannt, wobei die benachbarten Felder durch die auftretende schweflige Säure ausserordentlichen Schaden erlitten; gegenwärtig bedient man sich mehr einer Art von Schachtöfen (Calcaroni), welche aber in sanitärer Beziehung noch Vieles zu wünschen übrig lassen. Meistens giesst man den geschmolzenen Schwefel in grosse Brote.

Das Bestreben, die Oefen zu verbessern und den Verlust an Schwefel zu vermeiden, macht sich auch in Italien geltend. Am meisten Aussicht auf Erfolg verspricht die von den Gebrüdern *Thomas* in Palermo eingeführte Methode, den Schwefel durch gespannten Wasserdampf aus den Erzen auszuschmelzen. [3])

In andern Gegenden von Italien, z. B. in einigen Solfaren der Romagna, bedient man sich gusseiserner Retorten und Vorlagen, welche man paarweise aufstellt und daher Doppioni nennt; dies ist eine rohe Art der Destillation, wobei mit dem Schwefel noch viele erdige Theile vermischt bleiben.

2) Gewinnung des Schwefels aus Kiesen. Bei seiner bergmännischen Gewinnung ist zunächst der Umstand beachtenswerth, dass die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs in Schwefelkiesgruben chemische Processe veranlassen kann, welche eine sanitäre Würdigung verdienen. Erstlich werden die blossgelegten Lager durch den atmosphärischen Sauerstoff bei Gegenwart von Wasser theilweise oxydirt, d. h. in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure verwandelt; letztere kann auf die theilweise entschwefelten Kiese in der Art einwirken, dass eine Entwicklung von Schwefelwasserstoff die Folge ist. Kommt der Schwefelkies in feiner Zertheilung vor, sei es nun in einer Thon- oder Braunkohlenschicht, so kann nach der Förderung zweitens durch die energische Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs sogar eine Entzündung stattfinden, welche dann Veranlassung zur Entwicklung schwefliger Säure gibt. Unter denselben Umständen können auch angehauene Lager resp. aufgefahrne Strecken zur Entzündung kommen; ist ein solcher Brand entstanden, so kann nur ein Abschliessen der atmosphärischen Luft durch Decken der Luftschächte ihn löschen. Aus diesem Grunde eignen sich verschiedene Braunkohlenlager nicht zum Abbau für Brennmaterial, geben aber alsdann ein vorzügliches Material zur Darstellung von Alaun (s. Alaun).

Werden Schwefelkieslager von überirdischen Wässern durchdrungen, so treten letztere mit einem bedeutenden Gehalte an Eisenvitriol zu Tage, welcher sich auf Kosten des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs gebildet hat; man nennt solche zu Tage tretende Wässer auch Ocker- und Vitriolquellen.

Schwefelkies FeS_2 (zweifach Schwefeleisen) gibt einen Theil seines Schwefels grade so ab wie Braunstein als Superoxyd einen Theil seines Sauerstoffs. Er findet sich häufig in Steinkohlen, Braunkohlen, im Thonschiefer, in der Liasformation, im bituminösen Schiefer und andern Gebirgsarten als Reductionsproduct der Sulfate den betreffenden Mineralien beigemengt.

Der Strahl- oder Wasserkies ist eine minder verbreitete Modification desselben und zeichnet sich durch verschiedentlich grössern Gehalt an Arsenkies aus; wenn jeder rohe Schwefel mehr oder weniger arsenhaltig ist, so ist es der aus dem Wasserkies dargestellte ganz besonders.

Seit der Sicilianischen Schwefelfrage sind die Schwefelkiese zur Darstellung von Schwefel und schwefliger Säure erst recht in Aufnahme gekommen. Sicilien liefert gegenwärtig noch den meisten Schwefel für die Pulverfabrication, aber eine verhältnissmässig geringe Menge desselben benutzt man noch bei der Schwefelsäurefabrication; zu letzterer liefern die Pyrite (Schwefelkiese) fast $^9/_{10}$ des nothwendigen Schwefelquantums. Die in Deutschland benutzten Schwefelkiese stammen grösstentheils aus dem Siegenschen, während Frankreich sie aus der Nähe von Lyon bezieht; Spanien, Portugal und Norwegen versorgen England.

Zur Darstellung des Schwefels bedient man sich in Böhmen, Sachsen und Schlesien gewöhnlich eines Ofens, in welchem ein System von schiefliegenden, runden, thönernen und nach unten sich verengenden Röhren eingemauert ist. Der sich verflüchtigende Schwefel gelangt theils als Dampf, theils als Flüssigkeit in eine geschlossene und mit Wasser gefüllte resp. gesperrte Vorlage, welche meistens aus einem eisernen Kasten besteht; ausserdem bildet sich stets schweflige Säure, deren Beseitigung resp. Unschädlichmachung zu bewirken ist. In Schweden bedient man sich der continuirlichen Schwefelöfen, welche den Kalköfen sehr ähnlich sind.

Der Rückstand besteht aus Einfach-Schwefeleisen, Eisensulfid FeS, welches sich an der Luft schliesslich in basisch-schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt. Da aber dieses Salz auf das daneben liegende Einfach-Schwefeleisen einwirken kann, so ist eine Entwicklung von Schwefelwasserstoff bedingt, wodurch alsdann das Eisensalz stets auch Oxydul nebst freiem Schwefel enthalten kann. Es dürfen deshalb die Abbrände nicht auf die Halden gestürzt werden; man muss sie unter Wasser halten, um eine Selbstentzündung zu verhüten, welche die Entwicklung von schwefliger Säure und Schwefelsäure bedingen würde.*)

Der Rohschwefel aus den Schwefelgruben bildet grosse unregelmässige Klumpen von schmutziggelber oder braungelber Farbe; der aus dem Schwefelkies erhaltene Rohschwefel (Tropfschwefel) hat dagegen eine schmutziggrünliche oder röthliche Farbe und enthält ausser den mechanisch beigemengten Unreinlichkeiten besonders Schwefelarsen. Alle Substanzen, welche wie Arsen, Selen etc. mit dem Schwefel flüchtige Verbindungen bilden, gehen nämlich bei der Destillation mit demselben über.

Die Reinigung des Schwefels geschieht auf 3fache Art: 1) durch Saigerung, 2) durch Destillation und 3) durch ein combinirtes Verfahren, d. h. durch die Vereinigung der Saigerung mit der Destillation.

Die Saigerung bezweckt, den Schwefel von den erdigen Substanzen zu befreien; es geschieht dies bei einer Temperatur, welche seinen Schmelzpunct nicht weit überschreitet. Man benutzt dazu grosse thönerne oder gusseiserne Gefässe, die am Boden eine Oeffnung oder eine Röhre haben, welche unter Wasser mündet. Die Beschickung geschieht in der Weise, dass man zunächst eine

*) Ueber die Schwefelgewinnung aus Sodarückständen siehe Sodafabrication.

Schicht von Kieselsteinen und grobem Quarzsand bildet, worauf das Saigergut kommt; bei hermetischem Verschluss und Erwärmung der Gefässe fliesst der geschmolzene Schwefel, durch die erwähnten Schichten filtrirt, in die Vorlagen ab.

Die Destillation geschah früher vorzugsweise in Kolben mit thönernen Helmen in Galeerenöfen; letztere mündeten in thönerne Krüge, die im Boden eine Oeffnung hatten, aus welcher der condensirte Schwefel in ein mit Wasser gefülltes Gefäss abgelassen wurde. Das Schwefelarsen verdichtete sich im Helm, wo es zeitweise herausgenommen wurde, um als Rauschgelb in den Handel zu kommen; die Rückstände in den Kolben hiessen Rossschwefel, weil sie vielfach von Pferdeärzten benutzt wurden.

Späterhin ging man zu **Schwefelöfen** über, nach deren ursprünglichen Einrichtung der Schwefel in einem gusseisernen mit Helm versehenen Kessel erwärmt wird, um die Schwefeldämpfe mittels eines Canals in eine grosse aus Backstein erbaute Kammer zu leiten. In der obern Wölbung der Kammer ist ein Abzugscanal mit Klappe angebracht, welche bloss den Austritt der warmen Luft, aber nicht das Eindringen der äussern Luft gestattet; eine solche Klappe schützt grade wie das Sicherheitsventil beim Dampfkessel vor Brand und andern Unglücksfällen, weil sich die Temperatur dadurch regeln lässt.

Will man bloss Schwefelblumen darstellen, so wird die Destillation von Zeit zu Zeit unterbrochen, damit sich die Wände der Kammer abkühlen können und ihre Temperatur nicht den Schmelzpunct des Schwefels errreicht. Um Stangenschwefel zu gewinnen, gestattet die Einrichtung des Apparats auch das Giessen des geschmolzenen Schwefels in Formen.

Michel in Marseille begründete, Feisat, Lamy, Dujardin und Clement verbesserten diese Oefen in der Weise, dass sie einen continuirlichen Betrieb gestatten. Es findet hierbei eine Combination der Saigerung und Destillation insofern statt, als man einen besondern Schmelzkessel als Vorwärmer benutzt, welcher mittels einer Röhre mit dem Destillationskessel verbunden ist; letzterer wird durch die abfallenden Verbrennungsgase erwärmt. Der geschmolzene Schwefel wird mit Zurücklassung der Rückstände nach Belieben in den Destillationskessel abgelassen, so dass keine directe Beschickung des letztern erforderlich ist, beim Einfüllen jede Berührung der äussern Luft mit den heissen Schwefeldämpfen verhütet und dadurch die Gefahr einer Explosion bedeutend vermindert wird; Vortheile, welche auch in sanitärer Beziehung hoch anzuschlagen sind. Somit gehen auch bei der Schwefelgewinnung die Verbesserungen in der Technik mit den sanitären Vortheilen Hand in Hand.

Entfernung von Arsen aus dem Schwefel. Man benutzt hierzu Calciumnitrat, weil dasselbe eine unlösliche arsenige und arseniksaure Verbindung bildet, welche durch blosse Decantation vom geschmolzenen Schwefel getrennt wird. Arsenikalische Dämpfe bilden sich hierbei nicht; es handelt sich bloss um eine zweckmässige Entfernung des Calciumarseniats.

Auswaschen der Schwefelblumen. Die Schwefelblumen enthalten stets Schwefelsäure, da die in den Kammern vorhandene Luft die Bildung von schwefliger Säure veranlasst, welche von den Schwefelblumen absorbirt und durch die stets in der atmosphärischen Luft vorhandene Feuchtigkeit in Schwefelsäure übergeführt wird; man reinigt den Schwefel davon durch Auswaschen mit Wasser.

Da aber die in der Technik gereinigten Schwefelblumen häufig noch mehr oder weniger Arsen enthalten, so hat sich herausgestellt, dass sie beim Auswaschen mit Wasser, d. h. bei Gegenwart von Sauerstoff und Wasser, das Arsen als arsenige Säure abgeben und dem Wasser mittheilen, welches deshalb nicht in Schlinggruben oder an solchen Orten abgelassen werden darf, wo es mit Brunnen in Berührung kommen könnte; es muss stets mit Kalk versetzt werden. Nur die sorgfältig gewaschenen Schwefelblumen sind arsenfrei.

Im höchst fein vertheilten Zustande bilden sowohl die Schwefelblumen als auch die Schwefelmilch (der aus alkalischen Polysulfiden durch Säuren abgeschiedene Schwefel) allmählig an der Luft schweflige Säure, welche ihrerseits in Schwefelsäure übergeht. Es sollte daher bei Feuerwerkskörpern Schwefel niemals in Form von Schwefelblumen zur Anwendung kommen, da aus den dabei zu benutzenden chlorsauren Salzen durch die Schwefelsäure Chlorsäure frei gemacht und eine Entzündung des Schwefels herbeigeführt werden kann. Durch eine auf diese Weise entstandene Explosion zog sich ein Chemiker so bedeutende Brandwunden zu, dass er an den Folgen derselben starb.

Die Verwendung des Schwefels ist sehr bedeutend, namentlich bei der Fabrication des Schiesspulvers, der Schwefelsäure, bei der Darstellung der Schwefelhölzer und Schwefelfäden, beim Schwefeln der Weinfässer, der Wolle, Seide, Strohhüte und Korbmacherarbeiten. Die Kammern, welche zum Schwefeln dienen, sind mit hermetisch verschlossenen Thüren und Fenstern und unter der Decke mit Stangen zum Aufhängen der verschiedenen Stoffe versehen; eiserne Schalen, in welchen der Schwefel verbrennt, sind in den vier Ecken der Kammer aufgestellt. Um nach Erforderniss frische Luft eintreten zu lassen, befindet sich in der Thür über dem Fussboden eine kleine Schiebethür. Da die Zeuge und Stoffe stark angefeuchtet werden, so muss der Fussboden mit Fliessen versehen sein und sich rinnenartig nach einer Seite hin neigen, damit das herabtröpfelnde Wasser abfliessen kann. An der Decke sollte ein nach dem Schornstein führendes Rohr angebracht sein, das namentlich am Schlusse der Arbeit bei gleichzeitigem Oeffnen der Schiebethür in volle Thätigkeit tritt, um die schweflige Säure vollständig auszutreiben, ehe die Arbeiter diesen Raum betreten. Wegen der specifischen Schwere des Gases ist der kräftige Zug eines Schornsteins erforderlich, welchen man nöthigenfalls durch eine besondere Feuerung verstärkt.

Ist der Betrieb sehr bedeutend, so entsteht die Frage, ob das Gas nicht vorher absorbirende oder oxydirende Mittel zu bestreichen hat, ehe es durch den Schornstein in die Atmosphäre tritt und die Adjacenten belästigt. Erforderlichenfalls empfiehlt es sich, zwischen dem Schornstein und dem Verbrennungsraum Hürden aufzustellen, auf denen mit Kalkmilch befeuchtete Hobelspäne lagern; dies ist ein einfaches, billiges und in vielen Fällen auch ausreichendes Verfahren, um die schweflige Säure grösstentheils zu absorbiren.

In der Korbmacherei wird häufig ein grosser, mit einem dicht schliessenden Deckel versehener Kasten benutzt, welcher ebenfalls mit einem Schornstein in Verbindung stehen muss.

Das Stroh für die Hutfabrication wird meistens vom Sommerweizen gewonnen, der hierzu besonders cultivirt wird. Die ganze Pflanze wird vor vollständiger Reife zuerst einer Rasenbleiche und nach Behandlung mit Wasserdämpfen dem Schwefeln ausgesetzt. Dieses geschieht in einem bodenlosen Kasten, der am

oberen Ende mit einem Netz, auf welchem das Stroh ausgebreitet wird, versehen ist; ein überfassender Deckel wird aufgelegt, sobald der Schwefel auf einem darunter gestellten Kohlenbecken in's Brennen geräth. Nach 3—4 Stunden wird das Stroh nochmals eine Nacht hindurch auf Rasen ausgebreitet und alsdann gewöhnlich mittels eines besonderen Werkzeugs gespalten.

Das Schwefeln darf nur in einem grossen und luftigen Schuppen, der mit einem Abzugsrohre versehen ist, vorgenommen werden.

Bei der Wolle ist es die weisse wollene Waare, welche, bevor sie in den Handel kommt, geschwefelt wird und zwar entweder mittels der gasförmigen oder flüssigen schwefligen Säure; im letztern Falle taucht man die Wolle in mit schwefliger Säure versetztes Wasser ein. Man schwefelt die Wolle im Fliess, als Garn oder Zeug; Seide wird wie die Wolle gebleicht (s. schweflige Säure).

Seitdem Goodyear aus Connecticut die Entdeckung gemacht hat, dass Kautschuk und Gutta Percha durch Schwefel unempfindlich gegen Temperaturveränderung werden, d. h. ihre Elasticität behalten, ist das Vulcanisiren von Kautschuk und Gutta Percha ein grossartiger Industriezweig geworden. Obgleich man jetzt nicht mehr den geschmolzenen Schwefel, sondern eine Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel anwendet, so werden doch auch noch Schwefel und Schwefelmetalle mechanisch in die Gummiwaaren eingeknetet.

Ferner gebraucht man den Schwefel zur Darstellung sehr vieler pharmaceutischer und chemischer Präparate, zur Darstellung von Abdrücken, zur Bereitung des Eisenkitts (1 Th. Schwefel, 1—2 Th. Salmiak und 40 Th. Eisenfeile), sowohl zur Erleichterung und Verbreitung der Entzündung als auch zum Feuerlöschen (s. Sauerstoff).

Bei der Präparation des Stangenschwefels für die Schiesspulverfabrication geschieht das Mahlen desselben häufig unter Wasser; die dabei abfallenden Wässer können, abgesehen von arseniger Säure, auch Schwefelsäure enthalten, weshalb sie grade wie die Waschwässer der Schwefelblumen zu behandeln sind.

Schwefel und Wasserstoff.

1) **Schwefelwasserstoff, Hydrothionsäure** (H_2S) tritt überall auf, wo organische Gebilde, welche schwefelsaure Salze oder sonstige schwefelhaltige Substanzen enthalten, in Zersetzung übergehen resp. der Verwesung unterliegen. Beim Flachsrösten, in Lohgerbereien, in den Abzugscanälen grosser Städte, in Abtrittsgruben, in Stärkemehl- und Darmsaitenfabriken, in Knochensiedereien und bei sehr vielen chemischen und technischen Processen, namentlich bei der Bearbeitung der Gaswässer auf Ammoniak, entwickelt sich Schwefelwasserstoff. Bleibt Meereswasser in Pfützen stehen und bildet so das sogenannte Brackwasser, so entwickelt es Schwefelwasserstoff, wenn es reich an Seethieren ist. Ebenso verhält es sich mit den Grachten der holländischen Städte, in welchen viele organische Stoffe verfaulen, ferner mit den Mündungen grosser und an organischen Stoffen reicher Flüsse in das Meer, wo sehr reichlich Schwefelwasserstoff auftritt, wenn die organischen Substanzen bei Gegenwart von schwefelsauren Salzen in Fäulniss übergehen. Derselbe Process findet auch im Mineralreiche statt, wenn schwefelsaure Salze durch die Gegenwart von organischen Substanzen reducirt werden; der Kohlenstoff der letzteren verbindet sich nämlich mit dem Sauerstoff der Säure allmählig in der Weise, dass das Sauerstoffsalz in ein Schwefelmetall übergeht, welches wiederum durch die Einwirkung der Kohlensäure des Wassers zersetzt wird, so dass sich schliesslich Schwefelwasserstoff und ein kohlensaures Salz bilden kann.

Auf diese Weise gelangt Schwefelwasserstoff in die Quellwässer und tritt mit diesen zu Tage. In der Regel finden sich auch die Schwefelquellen in der Nähe von schwefelsauren Salzlagern, von Gypsgebirgen, Kohlenflötzen, bituminösem Schiefer und überall da, wo verwesende organische Substanzen lagern. In Kohlengruben kommt H_2S selten vor; etwas häufiger zeigt er sich in Erzgruben.

Der Schwefelgehalt des Schlammes verschiedener Schwefelbäder entsteht durch Abscheidung des Schwefels aus dem Schwefelwasserstoff. Selbst gewöhnliche Brunnen, welche schwefelsaure Salze enthalten, können durch organische Körper, hölzerne Pumpenröhren, hölzerne Brunnenräder oder Brunnenkufen schwefelwasserstoffhaltig werden, wenn diese Gegenstände nicht aus Eichenholz, sondern aus leicht verwesbarem Fichten- oder Tannenholz angefertigt und nicht ganz vom Wasser bedeckt sind.

In den sogenannten Fumarolen oder Solfataren entsteht Schwefelwasserstoff durch die Reduction der schwefelsauren Salze in Schwefelmetalle und die Zersetzung letzterer mittels Wasserdämpfe.

In jungem Wein bildet sich Schwefelwasserstoff durch die Zersetzung schwefelhaltiger organischer Salze, die in den Trauben enthalten sind. Im Tabakrauch findet er sich in der Verbindung von Schwefelammonium; er wird dargestellt durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Eisensulfid.

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S.$$

Er ist ein farbloses, verdichtbares, nach faulen Eiern riechendes Gas, das mit blauer Flamme zu Wasser und Schwefelsäureanhydrid verbrennt: $H_2S + 3O = H_2O + SO_2$.

Bei gewöhnlicher Temperatur nimmt Wasser 4 Volumtheile davon auf; bei Zunahme des angewendeten Druckes nimmt selbstverständlich, wie bei der Kohlensäure, die Menge des gelösten Gases zu. Es bildet sich hierdurch Schwefelwasserstoffwasser, welches häufig statt des Gases zur Anwendung kommt; an der Luft zersetzt es sich allmählig durch die Einwirkung des Sauerstoffs unter Ausscheidung von Schwefel: $H_2S + O = H_2O + S$. Andere oxydirende Mittel, wie Salpetersäure, schweflige Säure, wirken ebenso, während Chlor, Brom und Jod den Wasserstoff binden. Mit Metallen bildet das Gas bei erhöhter Temperatur Sulfide und scheidet Wasserstoff ab; glühende Metalloxyde verwandelt es in Wasser und Sulfide. Sein spec. Gewicht ist 1,177. [4])

In feuchter Luft und bei Gegenwart von porösen Körpern, z. B. von Leinwand, geht der aus Schwefelwasserstoff niedergeschlagene feine Schwefel (Lac sulphuris) in schweflige Säure und bald in Schwefelsäure über, wodurch namentlich Leinwand leicht zerstört wird; hierdurch erklärt sich der Umstand, dass beim Gebrauch von Schwefelbädern Handtücher, Vorhänge u. s. w. leicht zerstört werden.

Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf den thierischen Organismus. Die Versuche mit Schwefelwasserstoff an Thieren haben den Beweis geliefert, dass diese viel heftiger auf dies Gas reagiren, als Menschen. Frühere Mittheilungen [5]) können wir noch dahin ergänzen, dass bei Tauben schon $^1/_{4000}$ Volumproc. des Gases Würgen und Erbrechen erzeugen kann. Einige Tauben ertrugen zwar $^1/_{1000}$ Volumproc., konnten sich dabei aber nicht auf den Füssen halten und verriethen deutlich eine angestrengte und unregelmässige Respiration. Andere Tauben stürzen schon bei dieser Einwirkung hin, erheben sich zwar, bleiben aber schwankend stehen und geben eine starke Dyspnoe durch häufiges Aufsperren des Schnabels kund. Werden sie nach 5—6 Minuten an die Luft gebracht, so erholen sie sich wieder; bleiben sie aber 10—12 M. dem Gase ausgesetzt, so sterben sie unter leichten Zuckungen. Kaninchen verfallen schon bei $^1/_{200}$ Volumproc. in die heftigsten Convulsionen.

Die Vergiftung tritt ein, mag das Gas inhalirt in die Arterien und Venen eingespritzt oder dem Magen und Darmcanal zugeführt werden [6]). Bei Thieren bestehen die ersten Zeichen der Vergiftung in allgemeiner Unruhe, beschleunigter, beschwerlicher Respiration und einem schwankenden Gange; letzterer kündigt gewöhnlich den baldigen Eintritt der heftigsten Convulsionen unter Pupillenverengerung an. Tonische nnd klonische Krämpfe folgen oft wechselsweise aufeinander, die Pupille erweitert sich und der Tod tritt unter tetanischen Erscheinungen ein.

Beim Sectionsbefund ist die Hyperämie der Häute des Gehirns und Rückenmarks constant; bisweilen zeigen sich auch Extravasate von dünnem, flüssigem Blute. Die Farbe der Lunge vorn schmutzig hellroth auf dunkelbraunem Grunde, nach hinten dunkelbraun oder dunkelblau. Viel weisser oder röthlich gefärbter Schaum in den Bronchien bis zur Trachea; die Schleimhaut von Gefässinjectionen dunkelbraun geröthet. Das rechte Herz mit theils flüssigem, theils geronnenem Blute angefüllt. Bei plötzlichem Tode zeigt sich stets ein von Blut strotzendes Herz; das Blut ist vorherrschend flüssig und von dunkelrother oder dunkelbrauner Farbe. Alle wichtigeren Unterleibsorgane und die grösseren Venen sind reich an solchem Blute.

Bei Menschen hat man die Vergiftung vorzugsweise in Fabriken beobachtet, in denen Schwefelwasserstoff sehr reichlich entwickelt wird. In einer Atmosphäre, welche nur geringe Mengen von Schwefelwasserstoff enthält, treten

Kopfweh, Schwindel, Appetitlosigkeit, bisweilen auch Uebelkeit oder Erbrechen mit kaltem Schweiss ein, Erscheinungen, welche nach der individuellen Empfänglichkeit mehr oder weniger, früher oder später eintreten; denn hinreichend bekannt ist es, dass einige Menschen auch auf kleine Mengen des Gases sehr heftig reagiren. Solche Individuen sind absolut genöthigt, jede Entwicklungsstätte von Schwefelwasserstoffgas sofort zu verlassen.

Auf die Augen der Arbeiter übt das Gas oft eine eigenthümliche Einwirkung aus; zuerst entsteht ein heftiges Brennen um die Augenlieder; sie röthen und entzünden sich unter bedeutender Anschwellung, so dass das Oeffnen der Augen fast unmöglich wird.*)

Heftigere Einwirkungen treten ein, wenn die Arbeiter plötzlich von einem starken Strom des Gases getroffen werden, was gewöhnlich durch Undichtigkeit der betreffenden Apparate oder auch durch Unvorsichtigkeit veranlasst wird. In einem solchen Falle stürzen die Arbeiter oft hin, als seien sie von einer Kugel getroffen; alle Glieder werden starr und unbeweglich, die Augen verdrehen sich und die Brust hebt sich röchelnd auf und nieder. Werden die Betroffenen rasch an die Luft gebracht und am Kopf mit kaltem Wasser gewaschen oder besprengt, so kehrt das Bewusstsein nach einigen Minuten wieder; es bleibt nur eine Ermüdung und Zerschlagenheit der Glieder zurück. Selbstverständlich erfolgt der Tod, wenn nicht rasche Hülfe eintritt und der Hingestürzte in der Schwefelwasserstoff-Atmosphäre liegen bleibt. Nach allen Erfahrungen sind letale Fälle jedoch höchst selten und es fehlt bisher das Ergebniss der an solchen Verunglückten angestellten Obductionen.

Sehr bemerkenswerth ist die Thatsache, dass bisweilen mit der wiederkehrenden Beweglichkeit der Glieder die heftigste Tobsucht eintreten kann, so dass die Kranken kaum zu bändigen sind, da sie in der heftigsten Weise um sich schlagen und dadurch für andere gefährlich werden; solche Tobsuchtsanfälle können sich wochenlang wiederholen, ehe Genesung eintritt.[7]) Diese Fälle von heftigster Erregung des Central-Nervenapparates werfen einiges Licht auf die Art der Wirkung des Schwefelwasserstoffs und beweisen, dass diese Vergiftung nicht bloss auf der Entziehung des Sauerstoffs beruht, wie Kaufmann und Rosenthal[8]) behaupten.

Zuerst hat Hoppe-Seyler[9]) nachgewiesen, dass die ursprüngliche Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf das Blut in einer Trennung des locker gebundenen Sauerstoffs vom Hämoglobin beruhe, so dass die Absorptionsstreifen des sauerstofffreien Hämoglobins auftreten; dieser Vorgang erfordert aber stets einige Zeit. Als Zeichen der weitern Zersetzung erscheint alsdann ein Absorptionsstreifen im Roth und zwar nach dem Grade der Verdünnung in der Gegend von 65 oder 67—70 oder 72 der Scala des Spectralapparats, dessen Fraunhofer'sche Linien C auf 61 und D auf 80 der Scala stehen. Er hat das Charakteristische, dass er bleibt, wenn man Schwefelammonium zusetzt, während alle Hämatinlösungen bei diesem Zusatz nur die von Stokes beschriebenen Streifen des reducirten Hämatins zeigen, welche im Grün des Sonnenspectrums liegen. Dieses durch Schwefelwasserstoff gebildete Product ist bisher noch nicht isolirt worden; es zerlegt sich aber bei der weitern Einwirkung von Schwefelwasserstoff und alsdann bildet sich eine in dünnen Schichten olivengrüne, in dickern Schichten braun-

*) Am zweckmässigsten sollen sich Waschungen von 0,002 Grm. Sublimat auf 90 Grm. Wasser hiergegen erwiesen haben.

rothe Substanz ohne Absorptionsstreifen. Diese Resultate der Spectraluntersuchungen konnten zwar bei vergifteten Kaltblütern, aber noch nicht bei Intoxicationen von Menschen durch Schwefelwasserstoff bestätigt werden. In Betreff des Zersetzungsprocesses im Blute ist bei dieser Vergiftung noch nichts Bestimmtes ermittelt worden. Sicher ist, dass von Menschen Schwefelwasserstoff eingeathmet werden kann, ohne dass er dauernde Alteration im Blute erzeugt; wäre dies nicht der Fall, so würde es unerklärlich bleiben, dass Arbeiter sich wochenlang in einer Schwefelwasserstoff-Atmosphäre aufhalten, dass Kranke längere Zeit Schwefelbäder gebrauchen und sich sogar Schwefelwasserstoffgas-Inhalationscuren unterwerfen können, ohne dass dadurch eine der Wirkung des Schwefelwasserstoffgases eigenthümliche Gesundheitsstörung sich kundgibt.

Wenn bloss die Entziehung von Sauerstoff durch den Schwefelwasserstoff die Ursache der auftretenden Symptomenreihe (Erweiterung der Pupille, Dyspnœ, Convulsionen, Lähmung, besonders Lähmung des Herzens) wäre, so muss man es mit Hoppe-Seyler auffallend finden, dass Thiere, welche durch Schwefelwasserstoff umgekommen sind, noch Sauerstoff im Blute enthalten, während bei Entziehung des Sauerstoffs der Athmungsluft das Blut noch bei Lebzeiten schwarz und fast frei von Sauerstoff erscheint. Mittels Aspiration lässt sich auf das Bestimmteste nachweisen, dass bei durch Schwefelwasserstoff umgekommenen Thieren ein Theil des eingeathmeten Gases nur absorbirt war und wieder frei gemacht werden konnte.[10])

Die blitzschnelle Wirkung des Schwefelwasserstoffs erinnert in vieler Beziehung an die Blausäure, an eine plötzliche Depression der Central-Apparate und speciell der Circulations- und Athmungscentren. Ein von Blut strotzend angefülltes Herz fällt bei dem plötzlichen Tode ganz besonders auf, wohingegen in den Lungen die Hyperämie viel weniger ausgeprägt ist.

Schwindel, sowie die tonischen und klonischen Krämpfe weisen deutlich auf die Reizung des Gehirns und der Medulla oblongata hin. Zugleich beweisen die Tobsuchtsanfälle bei Menschen, dass die Erregung dieser Centren längere Zeit anhalten kann, ohne zu Lähmung oder bleibenden Veränderungen im Nervensystem zu führen, wie denn überhaupt die baldige Erholung nach plötzlichem Hinstürzen der Menschen in Folge der Inhalation des Gases dafür spricht, dass es durch die Lungen schnell ausgeschieden werden kann.

In der Industrie tritt der Schwefelwasserstoff sehr häufig auf. Es würde zu weit führen, hier die einzelnen Proceduren, bei welchen dies der Fall ist, aufzuführen; bei den bezüglichen chemischen Processen wird hiervon die Rede sein. Um die Arbeiter in Fabriken vor der Einwirkung des Schwefelwasserstoffs zu schützen, sind Sorgfalt, Aufmerksamkeit und das Verhüten des Auftretens dieses Gases in den Fabrikräumen das sicherste und nothwendigste Mittel. Das vielfach empfohlene Chlor ist schon an und für sich schädlich und kann weder als Schutzmittel noch als Gegenmittel zur Anwendung kommen.

Bei Unglücksfällen ist der sofortige Transport an die frische Luft nebst Begiessungen mit kaltem Wasser das erste und beste Mittel; tritt nicht sehr bald ein günstiger Erfolg ein, so soll man die Einleitung der künstlichen Respiration niemals unterlassen. Ob in verzweifelten Fällen die Blut-Transfusion von Nutzen sein würde, ist noch nicht versucht worden; um dieses Mittel zu ergreifen, müsste wenigstens noch der Herzschlag wahrnehmbar sein.

Auf die Pflanzenwelt wirkt Schwefelwasserstoff als Gas wenig oder gar

nicht ein; wird es aber als solches oder in Wasser gelöst den Wurzeln zugeführt, oder wird eine abgeschnittene Pflanze mit der Schnittfläche in Schwefelwasserstoffwasser gesetzt, so stirbt sie bald ab.

Schwefelwasserstoff in der Industrie.

Schwefelwasserstoff ist bei allen Analysen ein unentbehrliches Reagens und wird deshalb bei sehr vielen chemischen Processen verwendet; auch dient er zur Trennung der fremden Metalle bei den Nickel- und Kobalterzen.

Zur Darstellung von Schwefelfarben, namentlich von Antimonzinnober, kann Schwefelwasserstoff benutzt werden, indem man ihn in eine wässrige, nicht zu saure Lösung von Butyrum Antimonii einleitet. (Man vergl. unterschwefligsaures Natrium.) Früher benutzte man H_2S in der Kattundruckerei, um auf dem Zeuge eine gelbe Farbe hervorzubringen; ein Kadmiumsalz oder arsenige Säure wurde nämlich aufgedruckt und dann das Zeug durch Schwefelwasserstoffwasser gezogen. Um verschiedenen Metallwaaren ein anderes Ansehen und eine braune oder violette Färbung zu geben, bringt man sie mit Schwefelwasserstoff zusammen; damit die Farbe haften bleibt, werden nachher die Gegenstände mit einem Firniss überzogen.

Zum Versilbern der Phosphorzündhölzchen wird Schwefelwasserstoff in die Trockenkammern eingeleitet, wobei er sich mit dem in der Zündmasse vorhandenen Blei zu einem silberweissen Ueberzug verbindet.

Auch zum Bleichen hat man Schwefelwasserstoff benutzt; der Wasserstoff desselben bemächtigt sich nämlich des Sauerstoffs der färbenden Substanzen, bildet Wasser und vernichtet durch diesen Process die Farbe. Der ausgeschiedene Schwefel (Lac sulphuris) wird auf dem Zeuge oder auf den Fasern unendlich fein vertheilt niedergeschlagen. Es ist schon mehrmals erwähnt worden, dass dieser fein vertheilte Schwefel bei Gegenwart von Feuchtigkeit in schweflige resp. Schwefelsäure verwandelt wird, wodurch diese Bleichmethode häufig dieselbe zerstörende Nachwirkung wie der Chlorkalk hat. Um diese zu vermeiden, hat man vorgeschlagen, die Zeuge nach dem Bleichen durch ein verdünntes Soda- oder Pottaschenbad zu ziehen, wodurch nicht allein die gebildete Säure neutralisirt, sondern auch, da die Einwirkung warm geschieht, der grösste Theil des niedergeschlagenen Schwefels gelöst wird und Schwefelleber entsteht; letztere geht aber bekanntlich mit thierischen Substanzen eine Verbindung ein, welche mit einem üblen Geruch behaftet ist. Die auf solche Weise gebleichten Zeuge haben deshalb einen oft widerlichen, bisweilen krankmachenden Geruch.

Hahnemann's Weinprobe besteht in einem mit Schwefelwasserstoff gesättigten Wasser, dem Weinsteinsäure zugesetzt wird; sie war zur Zeit der Weinfälschungen mittels Blei sehr im Gebrauch und insofern von grossem Werthe, als auch der Laie sich schnell mittels dieses Prüfungsmittels von einem Bleigehalt des Weins überzeugen konnte.

2) **Wasserstoffsupersulfid, flüssiger Schwefelwasserstoff, geschwefelter Schwefelwasserstoff** H_2S_2 stellt eine tropfbare, im reinsten Zustande dünne, gewöhnlich ölartige Flüssigkeit von bernsteingelber Farbe und widerlichem Geruch dar und wird durch Behandeln von Calciumpolysulfid mit überschüssiger Salzsäure dargestellt.

$$CaS_5 + 2ClH = CaCl_2 + H_2S_2 + 3S.$$

Der freiwerdende Schwefel bleibt in H_2S_2 gelöst. Die Zersetzung der Flüssigkeit erfolgt schon bei gewöhnlicher Temperatur; sie löst sich wenig in Wasser, dagegen leicht in Aether. Die Lösung zersetzt sich aber auch bald in S und H_2S.

Einwirkung des Wasserstoffsupersulfids auf den thierischen Organismus. 20 Tropfen dieser Flüssigkeit wurden auf den Boden des hölzernen Kastens, in welchem ein starkes Kaninchen sass, gegossen: sofort trat grosse Unruhe ein: das Thier schloss die Augen und schwankte. Nach 50 Secunden Hinstürzen unter den heftigsten Convulsionen und starker Verengerung der Pupille: nach 1 Min. vollständige Asphyxie, nur in den Bauchmuskeln schwache convulsivische Bewegungen. Nach 2 Min. ist der Tod eingetreten und die Pupille stecknadelkopfgross contrahirt: die Cornea sieht rauh und zerfressen aus.

Bei der Section erscheint die Farbe der Lungen hellroth, hyperämisch, das ganze Herz strotzt von flüssigem rothbraunen Blute, welches an der Luft eine intensiv rothe Farbe annimmt.[11])

Der geschwefelte Schwefelwasserstoff entwickelt hiernach eine starke toxische Wirkung, unterscheidet sich aber entschieden und namentlich dadurch von dem gewöhnlichen Schwefelwasserstoff, dass er eine besondere Reizung der pupillenverengernden Fasern erzeugt, die Cornea arrodirt, schliesslich aber in der lähmenden Einwirkung auf die Herzfunction mit dem gewöhnlichen Schwefelwasserstoff übereinstimmt. Das rothbraune Blut zeichnet sich durch die schnelle Aufnahme von Sauerstoff an der Luft aus.

Dieser Körper verdient in wissenschaftlicher Beziehung eine eingehende Untersuchung und bei seinem Auftreten in der Industrie die grösste Beachtung, da er den Menschen unzweifelhaft gleich gefährlich wie den Thieren sein wird.

In industrieller Beziehung ist es wichtig, dass jener Körper bei der Reinigung der Rohöle, welche aus Petroleum von Canada und Boghead, aus der Braunkohle, der Blätterkohle und dem Posidonienschiefer gewonnen werden, entstehen kann, wenn nach der Behandlung dieser schwefelhaltigen Kohlenwasserstoffe mit Natronlauge noch Schwefelsäure zur Einwirkung gelangt. Auch kann bei der Bereitung von Lac sulphuris flüssiger Schwefelwasserstoff entstehen, wenn unvorsichtigerweise die Schwefelleberlösung in die verdünnte Säure (statt umgekehrt) getröpfelt wird, wobei sich der Wasserstoff mit sämmtlichem Schwefel verbunden als eine ölartige Flüssigkeit ausscheidet.

Schwefel und Chlor.

1) **Schwefelchlorür** S_2Cl_2 bildet sich, wenn durch Schwefelsäure von Wasser befreites Chlor über geschmolzenen Schwefel geleitet und die entstandene Flüssigkeit von dem überschüssigen Schwefel in eine Vorlage abdestillirt wird.

Eine braunrothe, ölige Flüssigkeit von erstickendem Geruche und stark saurem Geschmacke, welche an der Luft raucht, bei 139° siedet und durch Wasser in Salzsäure, Schwefligsäureanhydrid und Schwefel zerfällt.

$$2\,S_2Cl_2 + 2\,H_2O = SO_2 + 4\,HCl + 3\,S.$$

Da die Flüssigkeit viel Schwefel aufzulösen vermag, so wird sie mit Schwefelkohlenstoff gemischt fast allgemein zum Vulcanisiren des Kautschuks gebraucht: durch dieses Verfahren ist das mechanische Einkneten des Schwefels bei vielen Waaren fast ganz in Wegfall gekommen.

Einwirkung von Schwefelchlorür auf den thierischen Organismus. 1) Das Schwefelchlorür befindet sich in einer birnförmig gebogenen Glasröhre. Die Dämpfe werden kalt in die Glasglocke, unter welcher eine Taube sitzt, getrieben. Sogleich Unruhe. Blinzeln mit den Augen, Ausfluss von Schleim aus dem Schnabel, Putzen der Augen. Kothentleerung nach 10 Kolbenstössen: nach 3 Minuten Aufsperren des Schnabels: beim Versuche, den rechten Fuss zu erheben, schwaches Schwanken. Nach 6 M. nochmals 10 Kolbenstösse: beständiges Blinzeln mit den Augen und Putzen derselben: nach 9 M. 9 Inspirationen, sonst ruhiges Verhalten bei geschlossenen Augen: nach 14 M. 5 Kolbenstösse: Husten, Putzen der Augen: nach 20 M. Herausnahme der Taube, welche sogleich umhergeht. Der aus dem Schnabel fliessende Schleim reagirt sauer. Nach 15 M. starkes Niesen und Husten; nach 3 Stunden normale Respira-

tion bei geringem Schleimrasseln. Am zweiten Tage scharfes, trocknes Inspiriren; am dritten Tage schwaches Schleimrasseln, 12 Inspirationen binnen 1/4 M.; weitere Nachkrankheiten entstanden nicht.

2) Ein kleines Kaninchen sitzt unter der Glasglocke, in welche die Dämpfe etwas erwärmt eingetrieben werden. Anfangs 20 Inspirationen; nach 10 Kolbenstössen Schliessen der Augen und Bauchlage; nach 3 M. 9 Inspirat.; nach 5 M. krampfhafte Zuckungen in den Beinen mit zurückgezogenem Kopfe, beschleunigter Respiration und jämmerlichem Aufschreien. Sofort Herausnahme des Thiers in vollständiger Asphyxie, welche eine halbe Minute anhält; alsdann kurze und leichte convulsivische Bewegungen, nach denen es sich erhebt. Nach 2 M. 18 angestrengte Inspirat. binnen 1/4 M.; Cornea auf beiden Seiten opalisirt, schleimige Absonderung in den Augen, das rechte Auge steht etwas hervor. Nach 15 M. 22 unregelmässige Inspirat., Bauchlage mit ausgespreizten Hinterbeinen; nach 3 Stunden wenig angestrengte Respiration bei schwachem Schleimrasseln. Am zweiten Tage ist das linke Auge theilweise verklebt und mit wenig Eiter angefüllt, rechtes Auge vollständig verklebt; 16 etwas angestrengte Inspirat. binnen 1/4 M., Rhonch. sibilans, geringe Fresslust, häufiges Zittern des Kopfes. — Am dritten Tage ruhiges Verhalten, 15 angestrengte Inspirat.; in beiden Augen eitrige Flüssigkeit, die Conjunctiva bulbi stark entzündet; Rhonch. sibilans und sonorus. Gegen Abend wurde es in sitzender Stellung todt gefunden.

Section nach 16 Stunden. Linke Cornea in der Mitte stark opalisirt. Röthe und Anschwellung der gesammten Conjunctiva, welche mit zähen weissen Fäden bedeckt ist; Gliederstarre sehr stark. Schädelhöhle: Hirnhäute hyperämisch. Ein 6 Linien langes und 1 Linie breites, mit geronnenem Blute angefülltes Gefäss liegt auf den Corp. quadrig. und ist von einer sehr zarten, strahlenförmigen Lage Blutes umgeben. Auch auf der unteren Fläche der Medull. oblong. befindet sich ein ganz oberflächliches, aus geronnenem Blute bestehendes Extravasat; Plex. venos. spinal. mässig angefüllt. Brusthöhle: Beide Lungen vorherrschend rothbraun, vielfältig mit blassrothen, erbsengrossen Erweiterungen der Lungenbläschen versehen; alle braunen Partien knistern nicht beim Durchschneiden; aus den Schnittflächen dringt eine schleimig-blutige Flüssigkeit hervor. Die einzelnen Lungenlappen schwimmen auf dem Wasser, einzelne braune Partien derselben sinken aber vollständig unter. Unter dem Mikroskope bemerkt man in der blutigen Flüssigkeit des braunen Parenchyms viele „Entzündungskugeln". In allen Herzhöhlen, vorzugsweise im rechten Vorhof, viel geronnenes Blut. Die Trachealschleimhaut geröthet und injicirt, an einzelnen Stellen lässt sich das aufgelockerte Epithelium abschälen. Unterleibshöhle: Leber blassbraun, enthält aber dunkles, dickflüssiges Blut; Galle braungelb. Milz blassblau; Magen mit Futter angefüllt; Nieren in der Corticalsubstanz blutreich; in den grösseren Venen geronnenes Blut. Alles Blut ist vorherrschend geronnen und schwärzlich braunroth, es scheidet fast kein Serum aus und geht an der Luft in dunkle Kirschröthe über, viele Blutkügelchen sind ganz zerfallen.

Beim Inhaliren der Dämpfe von Schwefelchlorür wirken die Zersetzungsproducte desselben, schweflige Säure und Salzsäure, ein. Wenn man sich die Wirkung dieser beiden Substanzen vergegenwärtigt, so muss ihr Zusammenwirken die grösste Reizung in den Respirationswegen verursachen. Ausfluss einer wässerigen Flüssigkeit aus Nase und Mund, Stechen in den Augen, Opalisirung der Hornhaut und Husten sind die ersten Symptome der irritirenden Wirkung. Die Entstehung einer Conjunctivitis gehört besonders der Wirkung der schwefligsauren Dämpfe an, während die erschwerte oder beschleunigte Respiration Effect der beiden Säuren ist; der asphyktische Zustand und die leichten convulsivischen Bewegungen dürften aber eher auf die schweflige Säure zurückzuführen sein. Erfolgt der Tod nicht rasch, sondern erst am dritten oder vierten Tage, so gehen die Thiere in Folge der Lungenaffection zu Grunde.

Wenn Delpech nach Einwirkung der Dämpfe von Schwefelchlorür bloss eine sehr heftig reizende Wirkung und keine Symptome von Paralyse beobachtet hat, so ist diese Wahrnehmung begründet; wenn er aber Thiere 6—7 Tage lang in einem Kasten den Dämpfen von Schwefelchlorür ausgesetzt haben will, ohne dass der Tod hierauf erfolgt ist, so kann diese Beobachtung nur richtig sein, wenn sehr geringe Mengen dieses Körpers zur Einwirkung gelangt sind.

Verwendung findet Schwefelchlorür in Verbindung mit Schwefelkohlenstoff beim Vulcanisiren des Kautschuks, wobei sich aber in sanitärer Beziehung hauptsächlich die Einwirkung des letzteren kund gibt (s. Schwefelkohlenstoff).

2) **Schwefelchlorid** SCl_2 entsteht durch Einleiten von überschüssigem Chlor in Schwefel, lässt sich aber nicht abdestilliren. Durch Wasser zersetzt es sich in ähnlicher Weise wie Schwefelchlorür und stellt eine dunkelrothe, beständig Chlor ausstossende Flüssigkeit dar, die häufig im Schwefelchlorür enthalten ist, für sich aber keine Verwendung findet.

Schwefeltetrachlorid SCl_3 ist nur in Verbindung mit einigen Metallchloriden bekannt. Brom löst Schwefel reichlich auf und bildet eine dem Chlorschwefel ähnliche Flüssigkeit. Jod und Schwefel vereinigen sich bei gelinder Erwärmung; Schwefeljodür S_2J_2 stellt eine schwarzgraue geschmolzene Masse dar.

Einwirkung von Schwefelchlorid auf den thierischen Organismus. Chlor wurde in Schwefelchlorür geleitet und die Mischung erwärmt. Die sich bildenden Dämpfe wurden in 3 Kolbenstössen in die Glasglocke, unter welcher ein grosses Kaninchen sass, getrieben. Sogleich starkes Blinzeln der Augen und grosse Unruhe; nach 2 M. nochmals 2 Kolbenstösse: Zusammenkauern und kaum sichtbares Athmen. Nach 3 M. 7 Inspirat. binnen 1/4 M.; nach 4 M. 12 Inspirat., wobei sich das Maul ein wenig öffnet; Ansammlung einer schleimigen Flüssigkeit in den Augenwinkeln nebst Opalisirung der Hornhaut. Nach 9 M. sehr beschwerliche Respiration mit Einziehen der Weichengegend; nach 12 M. 5 Kolbenstösse: sogleich grosse Unruhe und heftiges Putzen der Schnauze; starkes Zurückziehen des Kopfes und Hinfallen. Nach 15 M. 9 unregelmässige Inspir.; alsdann Herausnahme des Kaninchens. Augen- und Maulschleimhaut reagirt stark sauer; Ammoniak, vor das Maul gehalten, erzeugt deutliche weisse Dämpfe; die Augenlieder sind mit Schleim verklebt; die Conjunct. palpebr. geröthet, die Cornea auf beiden Seiten opalisirt. Nach 2 M. 9 Inspir. binnen 1/4 M.; in der Brust Rhonch. sibil. und sonor.; Herzschlag fast normal. Nach 6 M. sehr angestrengte Inspirationen; schwerfällige Bewegung; Abends: 10 mit Schleimrasseln verbundene Inspir. Am zweiten Tage ruhiges Verhalten; Augen verklebt; Rhonch. sibil. und sonor., Respiration weniger angestrengt; Fresslust gering. Gegen Mittag tiefe und seltene Inspirat. bei zurückgezogenem Kopfe; unter progressiver Abnahme der Athmung tetanisches Strecken und Tod.

Section nach 15 Stunden. Hornhaut auf beiden Seiten milchweiss; Conjunct. palp. geröthet. Schleimfäden überziehen die Cornea. Schädelhöhle: Hirnhäute sehr hyperämisch, auf den Corp. quadrig. ein 3 Linien langes und 1 Linie breites, mit geronnenem Blute angefülltes Gefäss; an der Basis cerebri erscheinen sämmtliche Gefässe ausgedehnt und angefüllt; ein feiner strahlenförmiger Kranz von ausgetretenem Blute umgibt dieselben. Plex. venos. spin. im Verlaufe der Halswirbel mit geronnenem Blute angefüllt. Brusthöhle: Beide untere Lungenlappen schwarzbraunroth mit hellrothen Rändern, die hintere Hälfte des mittleren rechten Lappens von derselben Farbe; die übrigen Partien hellroth und dunkelbraunroth marmorirt. Das der dunkel gefärbten Oberfläche entsprechende Parenchym ist fest, nicht knisternd und schwimmt unter dem Spiegel des Wassers; der mittlere rechte Lappen sinkt im Wasser vollständig unter. Auf den Durchschnittsflächen sehr viel Schaum von schwachgelblicher Färbung; er füllt die Bronchien bis zum Larynx aus. In der blutigen Flüssigkeit, welche man beim Durchschneiden des festen Parenchyms erhält, entdeckt man viele Exsudatkörperchen und Zellen. Die Trachealschleimhaut ist bis zum Larynx mit einer aufgelockerten Epithelialschicht bedeckt, nach deren Ablösung die tiefbraune Schleimhaut zu Tage tritt. Unterleibshöhle: Die braunrothe Leber enthält viel dickflüssiges, schwarzes Blut; Galle dunkelgrün. Die Schleimhaut des mit Futter angefüllten Magens ist normal; Harnblase angefüllt; sonst überall injicirte Blutgefässe. Wenig flüssiges Blut hatte sich ausgeschieden; es blieb flüssig an der Luft und wurde kirschroth; viele Blutkügelchen erscheinen eckig und ungleich gerändert.

Schwefelchlorid zersetzt sich mit Wasser im ersten Stadium in unterschweflige Säure und Salzsäure: $2SCl_2 + 3H_2O = H_2S_2O_3 + 4HCl$. Die gebildete unterschweflige Säure zerlegt sich aber sofort weiter in schweflige Säure, Schwefel und Wasser: $H_2S_2O_3 = SO_2 + H_2O + S$. Die Dämpfe von Schwefelchlorid müssen daher von ähnlicher Wirkung sein wie die von Schwefelchlorür; hierfür sprechen auch die Symptomatologie und der Leichenbefund bei den durch diese Dämpfe umgekommenen Thieren.

Schwefel und Sauerstoff.

1) **Schweflige Säure** H_2SO_3 existirt nur in Form von Salzen; werden diese durch eine stärkere Säure zersetzt, so zerfällt H_2SO_3 sofort in Wasser und Schwefligsäure-Anhydrid (SO_2), welches im gewöhnlichen Leben schweflige Säure heisst. SO_2 findet sich überall, wo schwefelhaltige Substanzen verbrannt werden, also überall, wo Steinkohlen verbrennen oder Schwefelmetalle geröstet werden, in der Nähe von Schwefelsäure- und Ultramarinfabriken, bei den Halden der Alaunwerke u. s. w.; in vulcanischen Eruptionen fehlt es selten. In der Technik tritt dasselbe bei der Reduction der Schwefelsäure auf, z. B. in Glas- und Stearinsäurefabriken, bei der Reinigung des Petroleums, der Theeröle und bei der Darstellung des Paraffins u. s. w. Wo bisher von schwefliger Säure die Rede gewesen ist, war darunter stets das Schwefligsäure-Anhydrid zu verstehen.

Man stellt das Anhydrid dar: 1) durch Verbrennen von Schwefel in den sogenannten Schwefelkammern zum Bleichen von pflanzlichen und thierischen Substanzen; 2) durch Einwirkung von organischen Substanzen, namentlich Holzkohle, Sägespänen u. dergl., auf Schwefelsäure; die schweflige Säure ist alsdann mit Kohlensäure und etwas Kohlenoxyd vermischt. Beide Methoden werden fast nur in der Technik benutzt; bei letzterer geschieht die Absorption in einem System von Woulff'schen Flaschen, wobei die aus dem letzten Gefässe ausströmenden Gase (Kohlenoxyd und Kohlensäure) unter den Rost einer Feuerung geleitet werden müssen. 3) Durch Einwirkung mancher Metalle, namentlich von Kupfer, auf heisse Schwefelsäure unter Bildung von Kupfersulfat.

$$2\,H_2SO_4 + Cu = CuSO_4 + 2\,H_2O + SO_2.$$

4) Durch Zersetzung von schwefligsauren Salzen mittels einer stärkeren Säure. In beiden letzteren Fällen erhält man die Säure rein. Zum täglichen Gebrauch in Haushaltungen behufs Vertilgung von Obstflecken, Bleichen von Wolle, Seide u. s. w. kann man sich zur Zersetzung der schwefligsauren Salze des gewöhnlichen Weinessigs bedienen.

Das Anhydrid ist ein farbloses Gas von starkem, erstickendem Geruche, welches weder die Verbrennung noch das Athmen zu unterhalten vermag; es geht leicht in den flüssigen Zustand über. Die flüssige Säure siedet bei —10° C., verdampft unter der Glocke der Luftpumpe und unter gewöhnlichem Atmosphärendruck; Wasser absorbirt ungefähr sein 50faches Volumen des Gases. Bei ungehindertem Luftzutritt bildet sich in der wässerigen Lösung bald Schwefelsäure H_2SO_4; ein Zusatz von Chlor, Brom und Jod bewirkt dasselbe.

$$SO_2 + 2\,H_2O + 2\,Cl = H_2SO_4 + 2\,HCl.$$

Mit trocknem Sauerstoff verbindet sich das Gas nicht; nur unter Mitwirkung einer Hitze von 300° C. und von Platinschwamm bildet sich Schwefelsäureanhydrid SO_3; Salpetersäure, Chromsäure und andere ihren Sauerstoff leicht abgebende Verbindungen oxydiren SO_2 und werden selbst dadurch reducirt. Auf dieser reducirenden Kraft beruht sein Vermögen, bleichend auf manche Pflanzenfaser zu wirken und die Fäulniss und zu verhindern.

Einwirkung der schwefligen Säure auf den thierischen Organismus. 1) Ein kleines Kaninchen wird unter die Glasglocke gebracht und eine wässerige Lösung von 1 Drachme saurem schwefligsaurem Ammonium erhitzt; die Dämpfe werden sofort in die Glocke geleitet. Beim Beginn des Versuchs sogleich Unruhe, Thränen der Augen und Putzen der Nase; nach 1 Min. 11 Inspirationen; nach 3 M. bei erneuerter Zuleitung grössere Unruhe; das Thier erhebt sich, die Cornea wird trübe und der Kopf zieht sich zurück, die Nasenöffnung ist geröthet. Nach 6 M. 9 angestrengte Inspirationen, wobei das Thier sich nicht mehr aufrecht erhalten kann. Nach der Herausnahme bleibt es ruhig sitzen. Nach 3 M. 15 weniger angestrengte Inspirat., starkes Schleimrasseln in der Luftröhre, vermehrter Herzschlag; nach 3 Stunden läuft es im Hofe umher und lässt sich schwer einfangen. Am folgenden Tage noch Rhonch. sibilans und mucosus in den Bronchien. Am 3. Tage 14 angestrengte Inspirat., häufiges Husten; nach 4 Tagen 20 sehr angestrengte Inspirat. bei häufigem Husten. Fresslust ungestört; gegen Abend vermehrte Dyspnœ. Am 5. Tage wird das Thier todt in der Starre gefunden. Section gegen Mittag. Linke Cornea opalisirt in Form eines schmalen graden Streifens. Pia mater sehr stark hyperämisch. Die Gefässchen erscheinen schwärzlich; ein 6''' langes und $^1/_2$''' breites Gefäss mit schwarzem Blutcoagulum liegt auf den Corp. quadrig. und ist mit etwas flüssigem Blute umgeben. Plex. ven. spin. stark mit geronnenem Blute angefüllt. Zwischen Dura mater und Wirbel stellenweise eine dünne Lage von Blut. Brusthöhle: Die Luftröhre sieht von aussen bläulich aus, unter dem Larynx beginnt eine dünne Lage einer aufgelockerten Epitheliumschicht, welche sich bis zum Eintritt der Bronchien in die Lungen ausdehnt; unter derselben sieht die Schleimhaut dunkelroth aus. Beide Lungen von braunrother Farbe; der untere rechte Lappen hat an seinem

untern Drittheile eine blassrothe Farbe mit Emphysembildung, während $^2/_3$ davon nach oben tief dunkelbraunroth erscheinen. Diese Partie sinkt im Wasser und knistert nicht beim Durchschneiden. Der linke obere Lappen ist grösstentheils emphysematös; der linke untere Lappen ist nur am Rande emphysematös, sonst braun- und hellroth marmorirt; sein Parenchym hat dieselbe Farbe. Auf den Schnittflächen tritt weisser resp. blutig gefärbter Schaum hervor: nur sehr wenig flüssiges Blut findet sich; weisser Schaum tritt aus den feinsten Bronchien überall hervor und setzt sich in geringerm Grade bis zum Larynx fort. In der Brusthöhle hat sich wenig flüssiges, dunkelkirschrothes Blut mit einem Stich in's Violette angesammelt, welches bald eine syrupartige Beschaffenheit annimmt. In dünnen Schichten wird es an der Luft etwas hellroth, beim Eintrocknen braunroth: Blutkügelchen vielfach granulirt. Das ganze Herz ist mit geronnenem Blute angefüllt. Unterleibshöhle: Leber ist hellbraun und enthält ziemlich viel schwarzes, dickflüssiges Blut; in der Gallenblase dunkelgrüne Galle. Milz blassblauroth; Magen mit unverdauten Futterresten angefüllt, Schleimhaut normal. Die Corticalsubstanz der Niere sehr blutreich; in der Harnblase dunkelgelber Urin.

2) 6 Drachmen saures schwefligsaures Ammonium werden erwärmt und die sich stark entwickelnden Dämpfe in die Glocke, in der sich ein mittelgrosses Kaninchen befindet, eingeblasen. Etwa der 20. Theil der Lösung wird verbraucht; sogleich grosse Unruhe, Putzen der Nase, Erheben des Körpers und Schliessen der Augen. Nach 4 M. sinkt es auf den Boden, erhebt sich dann wieder und sinkt zur Seite; beim nochmaligen Erheben schwankt es bedeutend. Respirationsbewegung kaum bemerkbar; nach 10 M. kurze convulsivische Bewegungen unter Urinabgang und plötzlicher Tod. Cornea opalisirt; das Epithelium an einzelnen Stellen abgelöst, die Augen mit Thränen gefüllt. Section nach 18 Stunden. Gehirnhäute stark hyperämisch, namentlich an der Basis; auf den Corp. quadrig. ein kleines wurstförmiges, geronnenes Blutklümpchen, umgeben von einer sehr dünnen Lage flüssigen Blutes. Plex. ven. spin. mit geronnenem und flüssigem Blute angefüllt. Beim Zusammendrücken der geöffneten Wirbelsäule tritt eine dünne flüssige Blutlage zwischen Wirbel und Dura mater hervor. Brusthöhle: Lungen hellroth mit rothbraunen Marmorirungen, letztere namentlich auf der hintern Fläche der beiden untern Lappen. Trachealschleimhaut von den Bronchien bis zum Larynx mit einer Lage Schaum bedeckt, braunroth injicirt und sammetartig geschwollen; auch von aussen sah die Trachea braunroth aus. Parenchym der Lungen dunkelbraun, auf den Durchschnittsflächen viel Schaum und etwas flüssiges Blut; an den Rändern der obern Lappen Emphysem. In der rechten Herzhälfte geronnenes und wenig flüssiges Blut, der Herzmuskel injicirt. Unterleibshöhle: Leber hellbraun und reich an dickflüssigem Blute. Milz blassroth; Nieren in der Corticalsubstanz sehr blutreich. In den grössern Venen dickflüssiges Blut, welches in dünnen Lagen dunkelroth mit einem Stich in's Violette erscheint und an der Luft eine helle Kirschröthe annimmt; Blutkügelchen vielfältig zerrissen. Das flüssige Blut trocknet ein, ohne Serum auszuscheiden.

Bei Thieren folgen, wenn das Gas plötzlich und in grosser Menge einwirkt, wildes Umherrennen, Hinstürzen, Convulsionen und Tod rasch aufeinander (binnen $1^1/_2$—2 M.); Vögel sind am empfindlichsten und selbst Frösche ertragen SO_2 schlechter als Kohlenoxyd. Bei nicht zu rascher Zuleitung des Gases empfinden die Thiere starken Reiz in der Nase, es zeigt sich Dyspnœ, viel Schleim sammelt sich im Munde an, die Cornea trübt sich und ein asphyktischer Zustand führt unter leichten Zuckungen oder Convulsionen binnen 8—12 M. zum Tode; Erscheinungen, welche für Glottiskrampf sprechen, treten nicht auf. Die Fähigkeit der schwefligen Säure, auf ihrer Wanderschaft Sauerstoff aufzunehmen, führt ihre höhere Oxydation herbei und stempelt sie zu einem Sauerstoffräuber. Durch diese Sauerstoffentziehung vermag sie jedenfalls den physiologischen Respirationsprocess zu stören, obgleich sie unzweifelhaft auch als SO_2 in die Lunge eindringt; hierfür spricht der Umstand, dass sich bei Kaninchen durch die Inhalation von SO_2 Verdichtungen des Lungenparenchyms ausbilden können, wie aus dem 1. Versuche hervorgeht. Die Absorptionsfähigkeit der thierischen Membranen für die schweflige Säure möchte vorzugsweise als die Ursache jener Erscheinung zu betrachten sein, weil die von den Geweben aufgenommene schweflige Säure die Coagulation der Eiweisskörper hervorruft. Die Opalisirung der Cornea entsteht ebenfalls in Folge der Verbindung

von SO_2 mit den Häuten. Dieser Thatsache widerspricht nicht die weniger energische Einwirkung der Dämpfe der Schwefelsäure (s. Schwefelsäure), da die thierischen Parenchyme weniger die Eigenschaft besitzen, sich direct mit den Dämpfen der Schwefelsäure zu verbinden. Im Blute verwandelt sich die schweflige Säure allmählig in Schwefelsäure und kann in diesem auf dem Wege der Analyse durch Chlorbarium nachgewiesen werden.

Erfolgt der Tod rasch in Folge intensiver Einwirkung der Säure im geschlossenen Raume, so lassen die sehr heftige Dyspnœ, der asphyktische Zustand und die convulsivischen Bewegungen eine Affection der nervösen Centralapparate nicht verkennen; die veränderte Blutbeschaffenheit dürfte hierbei ebenfalls nicht ohne Mitwirkung sein.

Wird defibrinirtes Ochsenblut direct mit schwefliger Säure behandelt, so wird es dunkelroth, dunkelbraun und zuletzt bei weiterer Einwirkung schwarz und dick. Das mit Wasser verdünnte Blut wird sogleich schwarz und behält diese Farbe an der Luft, wird aber allmählig gallertartig wie bei der Einwirkung von Mineralsäuren.

Bei der Section fällt das geronnene und dickflüssige Blut ganz besonders auf. Selbst in den Gefässen der weichen Hirnhaut trifft man coagulirte Blutklümpchen (vgl. No. 1 und 2 der Versuche). Die Lungenfarbe ist dunkelbraun, bisweilen cacaofarbig; Emphysem fehlt selten. Viel Schaum tritt überall auf den Durchschnittsflächen des Lungenparenchyms hervor und füllt alle Bronchialverzweigungen bis zur Trachea an; das aufgelockerte Epithelium spricht für die ätzende Wirkung, welche auf der Wasserentziehung beruht und zum letalen Ausgange mit beiträgt. Die Schleimhaut der Trachea ist von Gefässinjectionen braunroth und sammetartig geschwollen. Unter den Unterleibsorganen sind die Nieren vorherrschend hyperämisch. Die Blutfarbe ist schmutzigbraunroth, röthet sich aber an der Luft. Der Spectralapparat zeigt den Absorptionsstreifen des Hämatins in saurer Lösung, das sogenannte Säureband im Roth zwischen den Fraunhofer'schen Linien A und B.

Bei Menschen gibt sich die Wirkung der schwefligen Säure stets durch die Reizung der Respirationswege kund. Sie erzeugt zunächst ein stechendes Gefühl auf der Nasenschleimhaut und ein Kratzen im Halse, womit ein trockner, heftiger und mehr oder weniger anhaltender Husten verbunden ist. Dieser heftige Reiz nöthigt die Menschen, eine Atmosphäre, welche reich an schwefliger Säure ist, alsbald zu verlassen, weshalb eine tödtliche Einwirkung derselben nicht so leicht vorkommt.[12]) Selbst während des Schlafes wird man dadurch zeitig genug geweckt, um der drohenden Gefahr zu entfliehen. Die angeblichen Fälle von Selbstmord durch schweflige Säure sind zu dürftig mitgetheilt, um daraus zuverlässige Schlüsse zu ziehen. In chemischen Fabriken, in welchen man schweflige Säure darstellt, kann durch Springen der Apparate ein momentan massenhaftes Auftreten dieser gasförmigen Säure veranlasst werden, so dass die zunächst stehenden Arbeiter von starker Brustbeklemmung und dem heftigsten Husten befallen werden können, wobei Blut aus Nase und Mund stürzt; auf diese Weise können auch Todesfälle eintreten. Plinius soll 79 n. Ch. angeblich durch die schwefligsauren Gase bei den Eruptionen des Vesuvs umgekommen sein. Bei wiederholter Einwirkung nicht zu grosser Mengen schwefliger Säure hat man Eingenommenheit des Kopfes und selbst asphyktische Zustände beobachtet; so wird der Fall berichtet, dass ein Mitglied einer Familie, welche in einer Korb-

fabrik wohnte, in der Räucherungen mit schwefliger Säure vorgenommen wurden, zuerst Benommenheit des Kopfes empfand und späterhin bei erneuter Einwirkung dieses Gases in einen asphyktischen Zustand verfiel, aus dem es erst nach 3 Stunden mittels ärztlicher Hülfe erweckt werden konnte.[13])

Bei dem mannigfachen Auftreten der schwefligen Säure in der Industrie sind es namentlich die Ultramarinfabrication, die Phosphorfabrication und Schwefelsäurefabrication, bei welchen von ihrer Einwirkung auf die Arbeiter die Rede sein kann. Vorzugsweise wird bei letzterer die Beschäftigung an den Verbrennungsöfen der Kiese zu einer sehr ungesunden und verdient in sanitärer Beziehung die aufmerksamste Berücksichtigung.

Beim Verbrennen von Schwefelkies ist es aber nicht allein die schweflige Säure, sondern es sind auch die arsenikalischen Dämpfe, welche hier zu beachten sind. Dazu kommt noch, dass dieselben Arbeiter häufig auch das zur Darstellung der Salpetersäure dienende Gemisch von Schwefelsäure und Salpeter in dem Verbrennungsofen aufzustellen resp. aus demselben herauszuholen haben, wobei sie alsdann mehr oder weniger den salpetersauren Dämpfen ausgesetzt sind. Bei vorhandenen Krankheitszuständen ist deshalb die Entscheidung sehr schwierig, welche nachtheiligen Einflüsse eingewirkt haben, da sich diese selten so charakteristisch äussern, dass prägnante Symptome die Diagnose erleichtern. Die Ursache hiervon liegt in der Verdünnung der einwirkenden Gase und Dämpfe sowie in den meist hohen und luftigen Räumlichkeiten, in welchen grade die Verbrennungsöfen liegen. Nur eine lange und wiederholte Einwirkung der Schädlichkeiten wird schliesslich ein complicirtes Krankheitsbild hervorrufen, für dessen Zustandekommen auch noch der starke Luftzug in den Fabrikräumen in Rede kommen kann. So ist z. B. in der Nähe der Bleikammern der Geruch nach schwefliger Säure meistens intensiv und doch wird dieselbe sich hier fast nie als solche geltend machen, weil bei der losen Bedachung der Fabrik eine beständige Luftströmung auf den Gängen zu den Bleikammern herrscht; hierdurch entstehen viel leichter Katarrhe und Rheumatismen als Intoxicationen durch schweflige Säure.

Hirt[14]) behauptet, dass die schweflige Säure, wenn sie verdünnt inhalirt wird, in einigen Fällen einen wohlthätigen Einfluss auf die Verdauung durch die Erhöhung des Appetits ausübe. In den industriellen Verhältnissen, in welchen die schweflige Säure auftritt, haben wir nie eine ähnliche Beobachtung gemacht, was auch kaum möglich sein dürfte, da SO_2 namentlich in Schwefelsäurefabriken fast nie rein, sondern grade da, wo sie sich am meisten geltend macht, stets in Gemischen mit andern Gasen und Dämpfen auftritt.

Immerhin ist aber festzuhalten, dass die schweflige Säure ein sehr differentes Gas ist, welches nicht bloss eine örtliche Reizung der Respirationswege, sondern auch eine Alteration des Blutes mit allen ihren nachtheiligen Folgen für Ernährung und Blutbildung bedingen und ein Siechthum erzeugen kann, das man bei Fabrikarbeitern häufig in den weiten Rahmen des chronischen Lungenkatarrhs oder der Dyspepsie, Säurebildung etc. zu bringen geneigt ist (s. Schwefelsäure).

Zeller[15]) spricht von einer chronischen Vergiftung durch schweflige Säure, welche er in den Trockenräumen für Zuckerrüben beobachtet haben will. Die Zuckerrüben werden daselbst auf einem eisernen Drahtgeflecht durch Hitze, die sich aus mit Koks geheizten Backsteinöfen entwickelt, getrocknet,

wobei sich bekanntlich neben schwefliger Säure auch noch erhebliche Mengen von Kohlenoxyd und Kohlensäure bilden. Auch dies Gasgemisch wird verschiedene Krankheitszustände bedingen, je nachdem das eine oder andere Gas vorwaltet; es wird chronische Leiden erzeugen, wenn es in einem verdünnten Zustande zur Einwirkung gelangt und die den geringen Mengen der Gase entsprechenden Krankheitserscheinungen hervorruft, welche langsam fortschleichen und fast unmerklich den Organismus zerrütten, indem eben die Schädlichkeit zwar nicht anhaltend, aber doch immer auf's Neue einwirkt. Ebenso wird man bei den Arbeitern in den Schwefelsäurefabriken häufig chronische Gesundheitsstörungen beobachten können, ohne dass man ein charakteristisches und den mannigfachen dort vorkommenden Gasen und Dämpfen entsprechendes Krankheitsbild zu entwerfen vermag. Höchstens sind es verschiedene Augenaffectionen, die man der specifischen Einwirkung der schwefligen Säure zuschreiben kann, eine Wirkung, welche beim Schwefel beginnt und bei seinen verschiedenen Verbindungen sich wiederholt (s Schwefel). Hauptsächlich ist es die Conjunctiva der Augenlieder und des Bulbus, welche durch Schwefel afficirt wird; auch entstehen nach den vorliegenden Erfahrungen ausser Kopfschmerzen und Zittern namentlich Brustbeklemmung, Dyspnœ und eine Art von trocknem und convulsivischem Asthma, wenn in einem eingeschlossenen Raume schweflige Säure längere Zeit in verdünntem Zustande eingeathmet wird, während sich die intensivere Einwirkung auf die Schleimhaut der Respirationswege und das Lungenparenchym nicht kund gibt.

Die Wirkung der schwefligen Säure auf die Vegetation tritt bei metallurgischen Processen, beim Zinkhüttenbetrieb aus Blende, bei der Schwefelsäure- und Ultramarinfabrication, beim Rösten der Alaunerze, bei der Glas- und Stearinsäurefabrication vorzugsweise auf. Meistens ist die schweflige Säure bereits in der Atmosphäre zu Schwefelsäure oxydirt, ehe sie auf den Boden gelangt; die Wirkung der schwefligen und Schwefelsäure wird sich namentlich dann zeigen, wenn die Atmosphäre wasserreich ist. Nur starker Regen schwächt die Wirkung ab, weil dadurch ein Abwaschen der Pflanzen erfolgt; sie ist aber auch, wie bei allen schädlichen Einflüssen dieser Art, während der Stillstandsperiode der Vegetation am schwächsten; bei den Nadelhölzern wirkt die schweflige Säure jedoch im Sommer und Winter nachtheilig ein; die Krankheit derselben, die man als „Schütten" bezeichnet, dürfte hauptsächlich dem Einflusse dieser Säure zuzuschreiben sein.

Laubhölzer leiden am meisten in der Blüthezeit, namentlich wenn im Frühjahr Nebel eintreten, welche die schweflige Säure auf die sich entwickelnde Blüthe niederschlagen. Obstbäume, die früh zur Blüthe gelangen, z. B. Aprikosen, Pfirsiche, die Pflaumenarten etc. können auf diese Weise derart afficirt werden, dass sie ihre Blüthenknospen abwerfen. Es kann dann höchstens noch zur Entwicklung von Blättern kommen; wiederholt sich aber dann die schädliche Einwirkung, so tritt eine vollständige Erschöpfung ein, wenn auch die Wurzel intact bleibt.

Futterkräuter leiden am meisten während ihrer kräftigen Vegetationszeit; die Blätter werden zuerst dunkler, mehr braungelb, alsdann braun und zuletzt gelb. Fast alle sauren Gase üben diese Wirkung aus. Ein Topf mit Brassica olerac. wurde unter eine Glocke gebracht, die nur $^1/_{10}$ V. Proc. schwefliger Säure

enthielt,; nach 45 M. zeigte sich schon ein vollständiges Hinwelken der Blätter; ihre Farbe ging in eine schmutzig-bräunlichgrüne über. Man nimmt gewöhnlich an, dass eine Atmosphäre, welche 5—10 V. Th. der Säure auf 1000 V. Th. enthält, eine nachtheilige Einwirkung auf die Vegetation auszuüben vermag.

Unschädlichmachung der schwefligen Säure. Bei dem häufigen Auftreten und dem mannigfachen schädlichen Einfluss dieser Säure ist es von der grössten Wichtigkeit, die Mittel und Wege kennen zu lernen, durch welche sie unschädlich gemacht wird. Man kann hier absorbirende und oxydirende Mittel unterscheiden.

1) Zu den absorbirenden Mitteln gehören Wasser, Alkalien, alkalische Erden, Metalloxyde und organische Substanzen (feuchte Sägespäne). Wasser und Alkalien reichen nicht aus, wenn es sich darum handelt, die bei grossen chemischen Processen auftretende Säure unschädlich zu machen. Kalk verkrustet sich leicht durch die Bildung von schwefligsaurem Calcium, wodurch die Absorption von schwefliger Säure aufhört; bei Ueberschuss von schwefliger Säure bildet sich auch saures schwefligsaures Calcium, welches einen Theil der schwefligen Säure freimacht. Würde in Kalkmilch ein Rührer angebracht, so dass der schwefligen Säure immer neue Berührungsflächen dargeboten würden, so könnte unter Umständen der Zweck für längere Zeit erreicht werden. Bei Anwendung von Calciumcarbonat wirkt die sich entwickelnde Kohlensäure begünstigend auf die Absorption ein, da das gebildete schwerlösliche schwefligsaure Calcium von der Kohlensäure mechanisch weggedrückt wird; bei gehörigem Wasserzufluss würde alsdann das gebildete schwefligsaure Calcium stets weggespült. Sind aber noch andere Gase, z. B. salpetersaure und salzsaure, vorhanden, so werden diese durch die Kohlensäure mechanisch mit fortgerissen.

Metalloxyde, wie Eisenoxyd, Kupferoxyd u. s. w., sind besonders bei Röstprocessen zu benutzen, wenn die schweflige Säure in grosser Menge auftritt; schliesslich lässt man alsdann das Gas nasses Calciumcarbonat durchstreichen. Brauneisenstein, Eisenocker, überhaupt eisenoxydhydrathaltiges Gestein eignen sich ganz besonders zur Bindung von SO_2, da sich hierbei schwefelsaures Eisenoxydul bildet, welches in concentrirter Lösung gewonnen werden kann. Im Anfange der Reaction entsteht schwefligsaures Eisenoxydul neben schwefelsaurem.

$$Fr_2O_3 + 2SO_2 = FeSO_3 + FeSO_4.$$

Ersteres geht durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs allmählig in Eisenvitriol (Eisensulfat, Ferrosulfat) $FeSO_4 + 7H_2O$ über.

Wendet man Malachit (Kupfercarbonat $CuCO_3$) oder andere kupferoxydhaltige Erze an, so bildet sich durch die Einwirkung von SO_2 Kupfervitriol.

$$2(CuO) + SO_2 = CuSO_4 + Cu.$$

Sägespäne, vorher auf Platten erwärmt, geben ein vortreffliches Absorptionsmittel für SO_2 ab, wenn sie an Ort und Stelle zum Bleichen von Wolle, Seide u. s. w. benutzt werden können.

2) Zu den Oxydationsmitteln gehören Bleisuperoxyd (Mennige), verdünnte Chromsäurelösung und Mangansuperoxyd (Braunstein MnO_2). Sie binden das Oxydationsproduct, führen es als neutrale Substanz weg und sind vorzugsweise da anzuwenden, wo SO_2 in grosser Verdünnung auftritt. Bleisuperoxyd und die Chromsäurelösung (Kaliumchromat mit Schwefelsäure) sind nur da anwendbar, wo der Kostenpunct nicht massgebend ist. Der Braunstein bietet in jeder Beziehung bedeutende Vortheile dar; er ist billig und verwandelt mit grosser Energie SO_2 selbst bei grosser Verdünnung durch indifferente Gase in Unterschwefelsäure (Dithionsäure $H_2S_2O_6$)*), wobei Mangansuperoxyd in unterschwefelsaures Mangan übergeht. Ist SO_2 mit Stickoxyd und Untersalpetersäure gemischt, so verliert Mangansuperoxyd die Hälfte seines Sauerstoffs, während die Untersalpetersäure

---

*) Der Name Thionsäure rührt von θεῖον (Schwefel) her; Dithionsäure existirt nur in wässeriger Lösung; ihr Mangansalz bildet sich, wenn man SO_2 in Wasser, in dem gepulverter Braunstein vertheilt ist, leitet.

$$MnO_2 + 2SO_2 = MnS_2O_6.$$

In wässriger Lösung zerfällt die Säure in Schwefelsäure und Schwefligsäureanhydrid

$$H_2S_2O_6 = H_2SO_4 + SO_2.$$

unter Stickstoffentwicklung vollständig ihren Sauerstoff einbüsst; sämmtlicher Sauerstoff wirft sich auf SO_2 und bildet damit Schwefelsäure, die sich mit dem Manganoxydul zunächst zu schwefelsaurem Manganoxydul verbindet (s. Mangan).

In der neueren Zeit benutzt man die bei chemischen Processen abfallende SO_2 möglichst zur Fabrication der Schwefelsäure, wenn ihre Menge eine ausreichende ist. Durch die Einleitung von SO_2 in die Bleikammern kommt das Princip der Unschädlichmachung dieser Dämpfe auch am sichersten zur Geltung, wenn die localen Verhältnisse oder das zu verarbeitende Erz die Schwefelsäurefabrication gestatten (s. Zinkblende).

3) Es ist hier noch zu erwähnen, dass durch gegenseitige Einwirkung von SO_2 und Schwefelwasserstoffwasser Penthathionsäure $H_2S_5O_6$ unter Ausscheidung von Schwefel entsteht*).

$$5 SO_2 + 5 H_2S = H_2S_5O_6 + 4 H_2O + 5 S$$

Zur Zerstörung von H_2S ist daher SO_2 ein vortreffliches Mittel und werden auf diese Weise beide Gase unschädlich gemacht.

Die technische Verwendung der schwefligen Säure. Sie findet in vierfacher Weise statt: 1) als Bleichmittel für thierische stickstoffhaltige Substanzen (Seide, Wolle, Federn, Badeschwamm, Leim, Borsten, Darmsaiten), für Stroh- und Korbmacherwaaren. Man unterscheidet das Bleichen mit flüssiger und gasförmiger schwefliger Säure; in letzterem Falle findet das sogenannte Schwefeln statt. Die schweflige Säure wirkt ganz anders wie Chlor beim Bleichen, sie verbindet sich hierbei mit den Farbstoffen der organischen Gebilde zu farblosen Verbindungen. Wenn aus letzteren durch eine stärkere Säure die schweflige Säure wieder ausgeschieden wird, so tritt entweder die ursprüngliche Farbe oder die Modification derselben durch die stärkere Säure auf. Es ist deshalb auch erklärlich, warum die durch schweflige Säure gebleichten Stoffe allmählig ihre ursprüngliche Farbe wieder annehmen, weil die schweflige Säure bei Gegenwart von Wasser auch in organischen Verbindungen sehr begierig den atmosphärischen Sauerstoff aufnimmt und Schwefelsäure bildet, welche nun zersetzend auf den andern Theil der schwefligsauren Farbenverbindung einwirkt.

Thierische Stoffe, wie Haare, Wolle, Seide u. s. w., werden durch Chlor in ihrer Structur verändert; namentlich verliert die Wolle dadurch ihre Elasticität; es muss deshalb die schweflige Säure zur Anwendung kommen. Da diese Stoffe mehr oder weniger schwefelhaltig sind und durch die allmählig sich bildende Schwefelsäure attaquirt werden, so tritt hier bei der Zersetzung der chemischen Verbindung Schwefelwasserstoff auf. Wickelt man die so gebleichten Stoffe in Bleipapier ein, so wird dasselbe um so mehr geschwärzt werden, je längere Zeit seit dem Bleichprocess verflossen ist. Der unangenehme Geruch, den die auf diese Weise gebleichten, namentlich wollenen Stoffe behalten, rührt von der Zersetzung der thierischen Substanz durch die gebildete Schwefelsäure her; um denselben zu vermeiden, müssen daher solche Stoffe durch eine verdünnte Lösung von Natriumcarbonat gezogen werden.

Beim Schwefeln der Stoffe tritt auch häufig Schwefeldampf auf, der sich auf das Zeug ablagert und zu einer beständigen und schwachen Entwicklung von H_2S Veranlassung geben kann, wenn dies nachträgliche Bad unterlassen wird.

2) Als Desoxydationsmittel ist die schweflige Säure zur Reduction der Arsensäure, der chromsauren Salze, zum Ausfällen von Selen und Tellur u. s. w. und ganz besonders bei der Schwefelsäurefabrication von grosser Bedeutung (s. die betreffenden Artikel).

3) Als antiseptisches Mittel dient sie zum Schwefeln des Weins, des Hopfens, zum Conserviren des Fleisches, beim Raffiniren des Zuckers u. s. w. Die

---

*) Die Trithionsäure $H_2S_3O_6$ existirt nur in Salzen und die Tetrathionsäure $H_2S_4O_6$ nur in wässeriger Lösung; beide Säuren haben keine technische Bedeutung.

Versuche von Braconnot, Fleisch und Gemüse mittels der schwefligen Säure frisch zu erhalten, haben sich indess nicht bewährt und man benutzt sie in dieser Richtung vorzugsweise zur Erhaltung der eingemachten Früchte, indem man in dem für die Aufnahme der Früchte bestimmten Gefässe Schwefel abbrennen lässt.

Auf der Eigenschaft von SO_2, Fäulniss und Gährung aufzuheben, beruht auch das Schwefeln des Weins. Sie wirkt dadurch, dass sie theils mit den stickstoffhaltigen Substanzen gährungsunfähige Verbindungen eingeht und theils die Einwirkung des Sauerstoffs abhält, indem sie ihn anzieht und sich dadurch allmählig in Schwefelsäure umwandelt: diese hat in sehr kleinen Mengen kaum Einfluss auf den Geschmack des Weines, da sie bei jungen Weinen genug Kalk findet, um als Gyps präcipitirt zu werden. Wo SO_2 noch nicht diese Umwandlung gemacht hat, erzeugt sie bei reizbaren Constitutionen manchmal eine lästige Eingenommenheit des Kopfes, namentlich im Vorderkopfe. Bei den südlichen zuckerreichen, aber gerbsäurearmen Weinen ist dies Verfahren absolut erforderlich. In betrügerischer Weise wird auch bisweilen der Traubenmost, ehe er zur Gährung kommt, auf stark geschwefelte Fässer gebracht; indem SO_2 auf die fermentbildenden Substanzen einwirkt, hebt sie die Gährung auf oder verzögert sie wenigstens. Die Weine bekommen dadurch anfangs einen lieblichen Geschmack und ein schönes Bouquet, sind aber nachher wegen der Bildung von Schwefelsäure dem Sauerwerden sehr ausgesetzt*).

Durch das Schwefeln des Hopfens bezweckt man die Erhaltung des ätherischen Oels, das ausser dem stickstoffhaltigen Bitterstoff (Lupulin) und der Gerbsäure zu den wichtigsten Bestandtheilen des Hopfens gehört und dem Biere vorzüglich das Aroma und den Geschmack verleiht.

Das Hopfenöl enthält einen Kohlenwasserstoff, der zu den Amylverbindungen gehört und durch Aufnahme von Sauerstoff in Baldriansäure übergeht, wodurch der alte Hopfen einen unangenehmen Käsegeruch erhält.

Durch das Schwefeln wird die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs abgehalten, ohne dass der Hopfen dadurch nachtheilige Eigenschaften erhält. Weil man aber auf diese Weise auch dem alten und gebräunten Hopfen eine frischere Farbe beizubringen sucht, ist in Baiern das Schwefeln des Hopfens verboten: im Regierungsbezirk Mittelfranken war dasselbe nur für den Export-Hopfen erlaubt.**)

4) Als Desinfectionsmittel reicht die schweflige Säure in manchen Fällen aus, oft wird sie aber in dieser Beziehung von Chlor übertroffen. Tritt nämlich die schweflige Säure mit organischen Substanzen zusammen, so hebt sie bei vielen pflanzlichen Gebilden (Hefe, Algen, Conferven u. s. w.) die Lebensfunction auf, ohne ihre Constitution zu zerstören; bei Chlor findet dagegen eine vollständige Umwandlung resp. Zerstörung der Gebilde statt, indem es mit deren Wasserstoff Salzsäure bildet.

Am sichersten werden die Kleider der Krätzkranken durch das Verbrennen von Schwefel desinficirt: in den Hospitälern existiren für diese Procedur besondere, aus Eisen construirte Heizkammern. Zur Heilung der Krätze wurden früher in Frankreich

---

*) Die Methode von *Pasteur* verdient hier erwähnt zu werden, nach welcher junge Rothweine behufs besserer Conservirung einer Erwärmung von 60° ausgesetzt werden: die gut gefüllten und verkorkten Flaschen werden auf Stroh liegend in einem Wasserbade etwa ½ Stunde auf 60—65° C. erwärmt. Solche Weine sollen an Geruch, Geschmack und Reife bedeutend edler werden, auch vor dem Bitterwerden geschützt bleiben.

**) Alten und verdorbenen Hopfen erkennt man übrigens leicht durch eine Loupe, da diesem die glänzenden gelben, das ätherische Oel enthaltenden Drüschen auf dem Fruchtboden fehlen. Der chemische Nachweis wird durch Ausziehen mit Wasser geliefert, welches man alkalisch macht und dann mit Nitroprussidnatrium versetzt; bei vorhandener schwefliger Säure bildet sich eine intensiv rothe Farbe. Man kann auch den Hopfen auf glühende Kupferplatten legen, wobei sich der Schwefel in schweflige Säure verwandelt und durch den Geruch verräth, wenn nämlich das Schwefeln höchst roh ausgeführt ist und der Schwefel als Substanz am Hopfen haftet. Die neueste Methode zur Conservirung des Hopfens besteht in einem noch geheim gehaltenen chemischen und mechanischen Verfahren: auch ist man der Darstellung eines brauchbaren Hopfenextracts näher getreten.

vielfach Bäder von gasförmiger schwefliger Säure benutzt, wobei jedoch grosse Vorsicht nothwendig ist.[16])

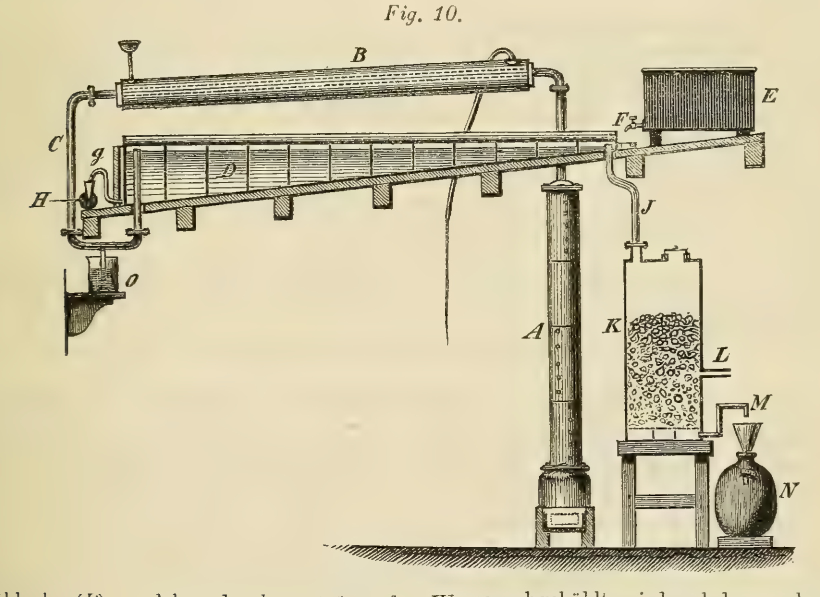
Wendet man die gasförmige schweflige Säure in Wohnräumen an, so muss man Vorhänge, Betten und überhaupt Gespinnste aus Pflanzenfasern entfernen, weil die aus der schwefligen Säure entstehende Schwefelsäure zerstörend auf die Pflanzenfaser einwirkt. Will man übrigens die entwickelte schweflige Säure rasch wieder aus einem Raume entfernen, so erzeuge man mittels eines Gemisches von Salpeter und Schwefelsäure salpetersaure Dämpfe, damit sich die rascher entfernbare Untersalpetersäure sowie Schwefelsäure bilden; lstztere verbindet sich innig mit dem Kalkmörtel.

Zur Desinfection der Wäsche, Kleider u. s. w. eignet sich die wässerige schweflige Säure am besten; wird sie zum Beuchen benutzt, so ist zu beachten, dass die Arbeiter, welche viel mit der wässerigen schwefligen Säure in Berührung kommen, an den Händen eine aufgeweichte Haut bekommen. Die Epidermis erscheint graugelb und blättert sich an manchen Stellen ab; namentlich leiden der Daumen und Zeigefinger, wenn mit diesen die eingebeuchten Gegenstände, die zwischen Walzen laufen, ausgedehnt werden; es müssen deshalb Kautschuküberzüge bei dieser Arbeit angelegt werden.

Fabrication der wässerigen schwefligen Säure und der schwefligsauren Salze im Grossen. Es ist hierbei besonders auf den Schutz der Arbeiter vor der schwefligen Säure zu achten. Folgende Methode ist in sanitärer Beziehung sehr zu empfehlen:

Zum Verbrennen des Schwefels benutzt man einen röhrenförmigen, ziemlich hohen eisernen Schwefelofen (Fig. 10. *A*). Die sich entwickelnde schweflige Säure passirt ein

Fig. 10.



Kühlrohr (*B*), welches durch zuströmendes Wasser abgekühlt wird; alsdann gelangen die Dämpfe in einen länglichen, mit Blei ausgefütterten Kasten (Absorptionsgefäss *D*), in dessen Innern Scheidewände derart angebracht sind, dass sich das Gas schlangenförmig hindurchwinden muss. Bei *O* ist ein Gefäss mit Wasserverschluss für die Aufnahme der Condensationsflüssigkeit. Der Boden des Kastens ist stark geneigt; das Gas tritt an der tiefsten Stelle ein. Der Kasten muss beständig abgekühlt werden. Die Absorptionsflüssigkeit (Wasser bei der Darstellung von wässeriger schwefliger Säure, Sodalauge bei der von schwefligsaurem Natrium) befindet sich in einem besonderen Reservoir (*E*) oberhalb des Absorptionsgefässes und zwar an einer dem Eintritt der schwefligen Säure entgegengesetzten Stelle. Die Flüssigkeit fliesst in einem continuirlichen Strome in das Absorptionsgefäss (bei *F*), muss also die verschiedenen Abtheilungen allmählig ausfüllen und fliesst an der tiefsten Stelle, wo die schweflige Säure eintritt, durch ein Sförmig gebogenes Rohr (*G*) in einen Canal (*H*) ab. Trotz dieser sinnreichen Vorrichtung ist die Absorption selten so vollkommen, dass nicht schliesslich schweflige Säure dem Ab-

sorptionsgefässe leicht entweicht: zur Bindung desselben wird das abströmende Gas durch das Rohr (*I*) in ein Gefäss (*K*) geleitet, welches mit krystallisirter Soda angefüllt ist. Man wählt dieses Salz, weil es mehr Krystallwasser als das schwefligsaure Natrium enthält. Es wird alsdann bei der Absorption von SO_2 durch das Natriumcarbonat so viel Wasser frei, dass das schwefligsaure Salz durch das unter dem siebförmigen Boden angebrachte Sförmige Rohr (*M*) in den Ballon *N* geführt wird. Das abströmende Gas, fast nur aus Kohlensäure bestehend, entweicht durch das Rohr *L* in den Schornstein und das unveränderte Natriumcarbonat bleibt im Gefässe zurück.[17])

Die schwefligsauren Salze, Sulfite, entstehen ausser durch Einleiten von SO_2 in Wasser, in dem eine Basis gelöst ist, auch mittels gegenseitiger Zersetzung eines Alkalisulfits durch die Salzlösung eines andern Metalls. An der Luft gehen alle Sulfite in Sulfate über.

$$K_2SO_3 + O = K_2SO_4.$$

Alle Säuren zersetzen die schwefligsauren Salze in SO_2 und das Salz der betreffenden Säure.

$$K_2SO_3 + 2HCl = 2KCl + H_2O + SO_2.$$

Dadurch nehmen sie als Mittel zum Bleichen und zum Desinficiren dieselbe Stellung wie die unterschwefligsauren Salze, die Hyposulfite, ein; letztere Art der Darstellung von SO_2 ist für viele Zwecke passender, leichter ausführbar und auch in sanitärer Beziehung geeigneter, als die durch Verbrennen des Schwefels.

Unter den Sulfiten kommen am häufigsten vor: Natriumsulfit, Natrum sulfurosum und zwar als secundäres oder neutrales Na_2SO_3 und als primäres oder saures $NaHSO_3$: auch Calciumsulfit Ca_2SO_3 tritt bei vielen technischen Processen auf.

2) **Unterschweflige Säure** $H_2S_2O_3$. Sie wurde von *Vauquelin* 1800 in ihrer Verbindung mit Natrium entdeckt und ist nur in Verbindung mit Basen bekannt. Im Grossen stellt man das unterschwefligsaure Salz dar, indem man die entsprechenden Mischungsgewichte der Schwefelmetalle mit schwefligsauren Salzen in wässeriger Lösung zusammenbringt. Es kann dies füglich geschehen, indem man das Schwefelalkali bei Gegenwart von Wasser dem atmosphärischen Sauerstoff längere Zeit aussetzt. (Man vergl. die Rückstände bei der Sodafabrication.)

Nicht minder häufig stellt man die Salze durch Kochen wässeriger Lösungen eines schwefligsauren Salzes mit Schwefel dar; man setzt das Kochen mit Schwefel so lange fort, bis der Ueberschuss des Schwefels geschmolzen ist.

$$Na_2SO_3 + S = Na_2S_2O_3.$$

Wird die unterschweflige Säure mittels einer stärkeren Säure, z. B Schwefelsäure, aus dem Salze geschieden, so zerfällt sie sofort in schweflige Säure, Schwefel und das betreffende Natriumsalz.

$$N_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 + S + H_2O.$$

Technische Verwendung der unterschwefligsauren Alkalien. Am meisten wird das unterschwefligsaure Natrium (Natriumhyposulfit, Natrum subsulfurosum) $N_2S_2O_3$ benutzt und zwar zur Extraction des Chlorsilbers bei der Silbergewinnung aus den Rückständen der Photographie, zur Scheidung des Arsens aus Kobalt- und Nickelerzen, zur Scheidung des Zinns von Antimon und Arsen, zur Reduction verschiedener Farbstoffe, z. B. des Indigos beim Drucken; auch dient es zur Darstellung verschiedener Farben, namentlich des Antimonzinnobers, indem man es in eine saure Antimonlösung bringt. Da es sämmtliche Silbersalze, namentlich Chlor-, Jod- und Bromsilber leicht löst, so ist es in der Photographie und Daguerreotypie unentbehrlich; Chlor, Jod und Brom werden durch die Lösung des Salzes in ihre Wasserstoffverbindungen übergeführt. Als Antichlor, behufs Entfernung von Chlor aus dem Papier, kann der gefällte Schwefel wegen seiner Oxydation zu SO_2 und H_2SO_4 nachtheilig werden; oft zieht man deshalb Natriumsulfit vor. Beim Versetzen des Natriumhyposulfits mit Säuren ist stets auf die reichliche Entwicklung von SO_2 zu achten. Eine wässrige Lösung des Salzes mit Salzsäure wird häufig zum Bleichen vegetabilischer Stoffe, namentlich von Seide und feinen Strohsachen, sowie zum Desinficiren

benutzt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei der Anwendung des Gaskalks zu Desinfectionszwecken der Gehalt an unterschwefligsauren Salzen mitwirkt. Die Zersetzung durch Säuren darf nie in Gefässen aus Eisen oder Zink vorgenommen werden, weil diese Metalle unter Wasserstoffentwicklung von der Zersetzungssäure gelöst werden und sich alsdann Schwefelwasserstoff in Masse entwickelt. In der Pyrotechnik dient Natriumhyposulfit zur Darstellung von unterschwefligsaurem Blei $Pb_2S_2O_3$.

3) **Schwefelsäure** H_2SO_4. In der Nähe der Vulcane entsteht die frei in der Natur vorkommende Schwefelsäure durch Oxydation der schwefligen Säure. In Südamerika befindet sich ein an einem Vulcan an den Anden entspringender Essigfluss (Rio Vinagre), welcher sehr grosse Mengen Schwefel- und Salzsäure dem Meere zuführt; auch in Nordamerika und in Java gibt es schwefelsäurehaltige Gewässer. Die grossartigsten Verbrennungsprocesse schwefelhaltiger Verbindungen im Innern der Erde müssen hier die schweflige Säure liefern, welche durch weitere Oxydation in Schwefelsäure übergeht.

In Verbindung mit Basen ist die Schwefelsäure über die ganze Erde verbreitet; hierher gehören z. B. Gyps, Schwerspath, Alaun, Glaubersalz, Bittersalz, die Vitriole von Eisen, Kupfer, Zink, Kobalt, Uran etc.

Bödeker und *Troschel* haben im Speicheldrüsengewebe einer grossen Schnecke in Sicilien (Dolium Galea Lam.) Schwefelsäure und Salzsäure nebst schwefelsauren und andern Salzen nachgewiesen; wird eine solche Schnecke gereizt, so spritzt sie mit grosser Kraft dieses Secret hervor.

Basilius Valentinus beschreibt im 15. Jahrhundert zuerst die Darstellung der Schwefelsäure genauer; sie wurde bis zum 15. Jahrhundert fast ausschliesslich aus dem Eisenvitriol gewonnen, wie es gegenwärtig noch in der Nähe von Goslar geschieht. *Lefevre* und *Lemery* führten im 17. Jahrhundert die Verbrennung von Schwefel und Salpeter ein; als Protestanten mussten sie unter Ludwig XIV. nach England fliehen und verbreiteten hier diese neue Methode der Darstellung. So entstand die erste Fabrik zu Richmond bei London, wodurch England ausschliesslich den Markt mit Schwefelsäure bekam und der Name: „Englische Schwefelsäure" fast allgemein eingeführt wurde.

Statt der zur Fabrication benutzten gläsernen Glocken und Ballons errichtete *Rœbuk* in Birmingham 1746 grosse, inwendig mit Blei ausgeschlagene Kammern aus Mauerwerk und ermöglichte dadurch erst eine reichliche Production von Schwefelsäure. In Frankreich entstand 1774 die erste Fabrik dieser Art und gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde in den Rheinlanden von *Backenberg* zu Bonn die Schwefelsäure-Industrie eingeführt. Man hat mit Recht behauptet, dass die Schwefelsäurefabrication in allen Ländern einen Massstab für die allgemeine Entwicklung der Industrie liefert.

Auch gegenwärtig wird die Schwefelsäure noch in Bleikammern dargestellt; man verbrennt Schwefel oder vorzugsweise Schwefelkies und leitet die entstandene schweflige Säure in die Bleikammern, wo sie mit Salpetersäuredämpfen zusammentrifft und zu Schwefelsäure sich oxydirt. Bei diesem Processe ist es von der grössten Wichtigkeit, dass sich die Salpetersäure stets regenerirt, so dass man mit kleinen Mengen Salpetersäure grosse Mengen Schwefelsäure darstellen kann. Damit die durch die schweflige Säure reducirte Salpetersäure sich regenerire, sind Wasser und Sauerstoff nothwendig; es wird nämlich die Salpetersäure durch die schweflige Säure in Untersalpetersäure übergeführt, während Schwefelsäure H_2SO_4 entsteht.

$$2HNO_3 + SO_2 = H_2SO_4 + 2NO_2.$$

Die Untersalpetersäure zerlegt sich durch Wasser wieder in Salpetersäure und Stickstoffoxyd.

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO.$$

Das Stickoxyd verbindet sich alsdann direct mit dem Sauerstoff der Luft zu Untersalpetersäure $NO + O = NO_2$, welche bei Gegenwart von Wasser wieder Salpetersäure und Stickoxyd gibt, so dass eigentlich der Sauerstoff der Luft die Oxydation der schwefligen Säure durch Vermittlung der Salpetersäure bewirkt; daher muss in den Kammern stets Wasser und Sauerstoff vorhanden sein. Das Wasser wird in die Kammern in Form von Wasserdampf geführt; der Sauerstoff gelangt zugleich mit der schwefligen Säure hinein. Es wird nämlich beim Verbrennen des Schwefels der Zug in den Oefen so regulirt, dass überschüssige Luft stets vorhanden ist. Die so entstehende Säure (Kammersäure) darf nicht zu concentrirt sein, weil concentrirte Schwefelsäure mit Untersalpetersäure eine krystallinische Verbindung (Kammerkrystalle $HSO_3(NO_2)$) bildet,

welche die Kammern stark angreift und ausserdem einen Verlust an Salpetersäure herbeiführt.[15])

Die rohe oder englische Schwefelsäure, Acidum sulfuricum crudum, ist eine dicke, ölige Flüssigkeit, die bei 0° grosse farblose Krystalle mit 1 Molec. Wasser von der Zusammensetzung: $H_2SO_4 + H_2O$ absetzt; ihr spec. Gewicht ist 1,83, ihr Wassergehalt 8%. Sie zieht mit grosser Begierde Feuchtigkeit an und dient deshalb zum Austrocknen der Gase; auch zerstört sie viele organische Körper, indem sie ihnen Wasserstoff und Sauerstoff entzieht und den Kohlenstoff frei macht: sie verkohlt daher Holz, Kork und ähnliche Körper. Mit Wasser vermischt sie sich in allen Verhältnissen und unter grosser Temperaturerhöhung: man darf daher nie Wasser zur Schwefelsäure giessen, sondern man muss umgekehrt letztere in dünnem Strahl zum Wasser zufliessen lassen.

Durch Destillation der rohen Schwefelsäure erhält man die reine destillirte Schwefelsäure, Acidum sulfuricum mit einem Wassergehalt von 1,5 %.

Schwefelsäureanhydrid SO_3 erhält man durch Erwärmen der rauchenden Schwefelsäure in langen farblosen Prismen; es raucht sehr stark an der Luft.

Früher stellte man namentlich in Nordhausen Schwefelsäure aus Eisensulfat ($FeSO_4$) dar, welches in thönernen röhrenartigen Retorten geglüht wurde, wobei SO_2 und SO_3 entstand.

$$2FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3.$$

Sobald SO_3 aber mit Wasser zusammentrifft, bildet sich sofort Schwefelsäure.

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4.$$

Gewöhnlich nimmt man nur wenig Wasser, das zur Ueberführung des Schwefelsäureanhydrids (SO_3) in Schwefelsäure nicht ausreicht: man erhält daher das in Schwefelsäure aufgelöste Schwefelsäureanhydrid oder die rauchende Schwefelsäure (Nordhäuser Vitriolöl), eine dicke ölige, meistens bräunlich gefärbte, an der Luft rauchende Flüssigkeit, aus welcher bei gelindem Erwärmen das Schwefelsäureanhydrid abdestillirt werden kann.

Einwirkung der dampfförmigen englischen Schwefelsäure auf den thierischen Organismus. Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt unter der Glasglocke, während 4 Grm. Acid. sulph. conc. verdampft werden: die Dämpfe erzeugen eine weissliche Atmosphäre in der Glocke. Bei der ersten Einwirkung derselben wird das Thier unruhig und schreit auf; als es herausgenommen und dann nach einer halben Stunde wieder in eine dichtere Dampfatmosphäre gebracht worden, bleibt es ruhig. Nach 3 M. 18 Inspirationen; nach 5 M. Putzen des Mauls und nach 10 M. unruhige Bewegungen; nach 20 M. starker Husten. Bei neuer Zufuhr der Dämpfe Putzen, Husten und Zurückziehen des Kopfes, wobei die Augen ein wenig thränen. Nach 1 Stunde treten keine weitern Veränderungen ein: die Zahl der Inspir. bleibt 18. Bei der darauf folgenden Herausnahme bewegt es sich sogleich und die Respiration regulirt sich: Nachkrankheiten zeigten sich in keiner Weise.

Dampfförmige Schwefelsäure greift den thierischen Organismus nur wenig an, weil, wie schon erwähnt worden, die thierischen Gewebe sich weniger innig mit den Schwefelsäuredämpfen zu verbinden vermögen; ausserdem senken sich die Dämpfe bekanntlich schnell zu Boden und nehmen sehr begierig Wasser auf, wodurch stets nur eine verdünnte Säure zur Wirkung gelangt.

Der irritirende Effect der Dämpfe gibt sich durch den Reiz, welchen sie auf der Nasen- und Kehlkopfschleimhaut erzeugen, hinreichend kund, indem die Thiere jedesmal bei neuer Zufuhr der Dämpfe heftig Nase und Maul putzen und häufig aufhusten; diese Einwirkung lässt aber alsbald nach, sobald sich die Dämpfe auf den Boden gesenkt haben. Bei fortdauernder Zufuhr derselben würde allerdings die corrosive Einwirkung zunehmen und schlimmsten Falls durch die Beschädigung der Respirationswege schliesslich Erstickung entstehen.

In der Industrie tritt die dampfförmige Schwefelsäure nicht häufig auf. Ausser in Schwefelsäurefabriken entwickelt sich davon am meisten bei Zugutemachung der Nickel- und Kobalterze, wenn saures schwefelsaures Kalium oder Natrium bei der Glühhitze einwirkt; auch kommt sie bei der Darstellung der rauchenden Schwefelsäure aus den sauren schwefelsauren Alkalien vor. Da jedoch

diese verschiedenen Processe meistens in Räumen, in welchen sich eine hinreichende Ventilation befindet, vorgenommen werden, so fällt die nachtheilige Einwirkung der dampfförmigen Schwefelsäure in der Industrie nicht sofort in die Augen.

Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass in den Fällen, wo Arbeiter über Magensäure, gestörte Verdauung und ihre Folgen klagen, vorzugsweise die verschluckten schwefelsäurehaltigen Dämpfe (selbstverständlich auch wenn diese als Oxydationsproduct der schwefligen Säure einwirken) als Ursache solcher Leiden anzusehen sind. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als bekanntlich in Fabriken, in welchen viele Chlordämpfe auftreten, ähnliche Zustände bei den Arbeitern vorkommen. Die Dämpfe der Schwefelsäure werden aber wegen ihrer specifischen Schwere weniger leicht die Arbeiter afficiren, während die schweflige Säure länger in der Atmosphäre verweilt, hier oxydirt wird und alsdann als Schwefelsäure sich geltend machen kann.

Ueber die schliesslichen Folgen der Seitens der Arbeiter eingeathmeten oder aufgenommenen Schwefelsäure in Bezug auf die Störung der physiologischen Processe fehlen noch genauere Untersuchungen. Ob und inwieweit das Blut die aufgenommene Säure noch zu neutralisiren vermag, ob nicht zuletzt die Allgemeinwirkungen der Säure, nämlich die Ernährungsstörungen und die fettigen Degenerationen der verschiedenen Unterleibsorgane, eintreten werden, dürfte noch näher festzustellen sein und eine sorgfältige Beobachtung der betreffenden Arbeiter erheischen. Es gilt dies in gleichem Masse von der dampfförmigen Einwirkung anderer Mineralsäuren.

Schwefelsäureindustrie.

Da in neuester Zeit fast nur Schwefelmetalle und unter diesen ganz besonders der Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit, Eisenbisulfid FeS_2) zur Darstellung der Schwefelsäure benutzt werden, so erscheint es zweckmässig, das dabei übliche Verfahren hier in erster Linie zu erörtern, zumal es in sanitärer Beziehung die meiste Aufmerksamkeit verdient. Es sind hierbei verschiedene wichtige Puncte zu beachten, um die Arbeiter vor Schädigung ihrer Gesundheit und die Adjacenten vor grosser Belästigung zu schützen.

Die Aufspeicherung des Rohmaterials. Der mit bituminösen Fossilien gemengte und daher feine Schwefelkies entzündet sich sehr leicht; er darf deshalb nicht frei auf dem Boden lagern, damit nicht durch Feuchtigkeit eine schliesslich bis zur Entzündung sich steigernde Oxydation eintrete; der Fussboden des Lagerraums muss ganz trocken, wasserdicht, wo möglich asphaltirt sein, damit nicht die etwaigen Oxydationsproducte in den Boden dringen und benachbarte Brunnen verderben.

Die Aufbereitung oder Zerkleinerung des Schwefelkieses. Dieselbe geschieht entweder mittels Maschinen oder durch Handarbeit mit Hämmern. Es entsteht hierbei ein für die Arbeiter höchst gefährlicher Staub, welcher die Respirationsorgane bis zum Bluthusten reizen kann; er verdient daher die grösste Beachtung und gehört zu den Hauptschädlichkeiten bei der Schwefelsäurefabrication. Die Arbeiter müssen sich durch Vorbinden von Schwämmen vor Nase und Mund sorgfältig vor dem Einathmen dieses Staubes schützen.

Der Röstprocess. Derselbe bezweckt die Ueberführung des Schwefels im Kiese in die schweflige Säure SO_2. Die hierbei gebräuchlichen Oefen sind sehr

verschieden construirt und es ist für die Beurtheilung der Schwefelsäurefabrication absolut nothwendig, wenigstens die wichtigsten derselben kennen zu lernen.

Röhrenöfen. In Schweden und Norwegen wird der Schwefelkies noch in schiefliegenden Röhren (Röhrenöfen) geröstet; die Schwefelsäure ist hierbei mit den verschiedenen Metalloxyden verunreinigt und nur zu metallischen Processen brauchbar.

Kilns. In England heissen die Kiesöfen Kilns und stellen Schachtöfen dar, wovon oft mehrere kreisförmig um einen gemeinschaftlichen Schornstein gestellt sind. Der Ofen mit starkem horizontalen Roste ist von dickem Mauerwerk umgeben und wird durch beliebiges Brennmaterial vor der Beschickung stark erhitzt. Die zerkleinerten Kiese werden durch eine Oeffnung im oberen Theile des Ofens eingetragen und zwar so lange, bis die Kiesschicht ungefähr 80 Ctm. hoch ist. Die Luft tritt durch den Aschenfall unter dem Rost ein und kann ihr Zutritt mittels eines Schiebers beliebig regulirt werden; beim Nachfüllen soll der Schieber ganz geschlossen sein, damit der Zug nur durch die Füllöffnung eintritt und die Arbeiter nicht zu sehr von den Dämpfen zu leiden haben.

Das Beschicken der Oefen ist bei schlechter Construction derselben mit grosser Belästigung für die Arbeiter verbunden, wenn nämlich der Luftstrom ein so starker ist, dass beim Oeffnen des Fülltrichters nicht unerhebliche Mengen von SO_2 entweichen. Die Arbeiter können bei keinem anderen Processe in der Schwefelsäurefabrication einem grösseren sanitären Nachtheile ausgesetzt sein als bei diesem; ebenso beruht grade in dieser Procedur häufig auch eine Quelle der Belästigung für die Adjacenten.

Je ärmer die Kiese an Schwefel sind, desto häufiger ist das Nachfüllen erforderlich und desto häufiger wiederholt sich der genannte Nachtheil; es sind daher Massregeln zu treffen, um diesem vorzubeugen. Zweckmässig ist bei Schachtöfen die Verwendung eines besonderen Füllkastens, welcher einen mobilen Boden resp. Scheibenschieber hat und luftdicht auf den Fülltrichter passt; der obere Deckel ist mit einem abwärts gerichteten Rande versehen, der in eine Rinne eingreift und mit einem Sandverschluss versehen ist. Wenn die Kiese eingegeben sind, wird der Deckel aufgelegt, der ganze Kasten auf den Fülltrichter aufgesetzt und alsdann der Scheibenschieber geöffnet, wodurch die Entweichung von SO_2 nach aussen verhütet wird.

Das Ausziehen des abgerösteten Erzes ist in sanitärer Beziehung ein eben so wichtiger Act. Die schwefelreichen Pyrite enthalten durchschnittlich $1\frac{1}{2}$—2 % Arsen; ein Theil derselben tritt während der Verbrennung mit SO_2 aus, ein anderer bleibt an Eisen gebunden im Rückstande; werden nun die glühenden Massen ausgezogen, so exhaliren sie ausser SO_2 auch Arsen und arsenige Säure. Diese Rückstände dürfen daher zur Abkühlung sich nicht selbst überlassen bleiben, sie müssen so rasch als möglich abgelöscht werden, um der Entwicklung dieser schädlichen Gase und Dämpfe vorzubeugen. Ausserdem würden sie sich an der freien Luft sehr bald in Eisenvitriol verwandeln, der durch Regen weggespült werden kann und zwar zum Nachtheile der zunächst gelegenen Vegetation und Wasserläufe; sie sind deshalb in mit Wasser gefüllte cementirte Gruben zu bringen, in welchen sich Kasten mit Böden von eisernen Drahtsieben befinden. Sobald der Röstrückstand einen solchen Kasten gefüllt hat, wird er durch einen Krahnen aufgewunden, das Wasser zum Ablaufen gebracht und der Inhalt entleert; da das Löschwasser durch das Hineinwerfen

der heissen Kiesabbrände grösstentheils verdampft, so muss stets neues Wasser zufliessen.

Ein weiterer Fortschritt in der Schwefelsäurefabrication nahm mehr auf die Form des Rostes Rücksicht. Um namentlich grössere Kiesstücke (Stuck, Stuff) zu verbrennen, wurden Roststäbe eingeführt, welche entweder drehbar sind oder fest liegen. In Frankreich hat man sich schon lange der drehbaren Roststäbe bedient, während in Belgien und an vielen Orten in Deutschland die Roste noch fest sind; diese haben den sanitären Nachtheil, dass die Arbeiter die Abbrände mit langen eisernen Haken auskratzen und sich dabei den schwefligsauren Dämpfen im höchsten Grade aussetzen müssen. Gemindert wird diese gefährliche Arbeit dadurch, dass ein grosser Canal unter dem Rost beginnt und mit dem Schornstein in Verbindung steht, um den beim Ausleeren entstehenden Qualm absaugen zu lassen; späterhin wird der Canal durch einen Schieber wieder vom Schornstein geschieden. Der bewegliche Rost, wobei die Roststäbe ganz ausgezogen werden können, gestattet ein directes Ablassen der Abbrände in einen unter dem Ofen stehenden Erzhund oder noch besser in ein mit Wasser gefülltes Bassin. Dieser Aschenraum muss aber ebenfalls mit dem Schornstein in Verbindung gesetzt werden können, um die schweflige Säure, welche von den Kiesabbränden exhalirt wird, abzuleiten. Auf diese Weise wird die schweflige Säure wenigstens nach Aussen abgeführt und alsdann um so mehr verdünnt, je höher der Schornstein liegt. Ein möglichst hoher Schornstein ist daher stets die Hauptbedingung, wenn es sich um die Concession einer Schwefelsäurefabrik handelt. Bei einem grossartigen Betriebe müsste aber die in dieser Weise auftretende schweflige Säure vor ihrem Eintritt in den Schornstein auch noch durch einen Canal, welcher mit den die schweflige Säure absorbirenden oder oxydirenden Mitteln beschickt würde (s. S. 154), geleitet werden, damit die Adjacenten und die benachbarte Vegetation keinen Schaden dadurch erleiden. Selten geht man aber in den zu treffenden Massregeln so weit, weshalb auch die Klagen der Nachbarschaft von Schwefelsäurefabriken sehr häufig laut werden und zwar in den meisten Fällen mit Recht. Die Bemühungen, die Kiesöfen zu verbessern, verfolgen bisher mehr industrielle Zwecke, d. h. die gehörige Ausnutzung der Erze, und nur bei einigen Oefen hat man wenigstens auch auf den Schutz der Arbeiter Rücksicht genommen.

Stucköfen oder Stuffkiesöfen. Der in der Rheinprovinz und an vielen anderen Orten zu verarbeitende Schwefelkies hat meistens die Grösse von Bruchsteinen, welche man, wie oben erwähnt worden, zur Grösse von Hühnereiern zerklopft oder mittels mechanisch getriebener Steinbrecher behandelt. Es entsteht hierbei der sehr zu beachtende Staub und ca. 20—25 % Gries, der am besten in dem nachher zu erwähnenden Schlich- oder Schüttofen verwerthet oder mit Thon oder Lehm zu Batzen geformt wird, um im Stuffkiesofen verbrannt zu werden.

Die Kiesstücke werden durch Füllthüren (Fig. 11. *b*, *c*, *b*), die nach dem Chargiren sofort hermetisch verschlossen werden, auf die in gusseisernen Lagern drehbaren elliptischen Roststäbe (*a*, *a*, *a*) gebracht, wo sie in einer Schicht von 40—47 Ctm. lagern und ohne jeden Zusatz von Brennmaterial verbrennen, nachdem der Ofen in Betrieb gesetzt worden. Der Zutritt der Luft wird durch die Thüren (*d*, *d*, *d*) regulirt.

Beim Oeffnen der Füllthüren und beim Chargiren treten stets die schwefligsauren Dämpfe auf; deshalb ist der Aufenthalt in den Ofenhäusern der schädlichste bei der ganzen Schwefelsäurefabrication und zwar um so mehr, weil man selten geeignete Massregeln zur schnellen Ableitung dieser Dämpfe trifft. Zwar versieht man diese Ofenhäuser mit hohem Dache, deckt sie mit losen Dachpfannen und bringt zuweilen auch noch Dachreiter an, den Arbeitern wird jedoch hierdurch wenig Schutz gewährt, den Adjacenten aber die grösste Belästigung bereitet. Rauchfänge über den Füllthüren, die mit dem Fabrikschornstein in Verbindung stehen, würden die Arbeiter einigermassen schützen und der Umgegend diese sauren Gase wenigstens in weit verdünnterem Zustande zuführen.

Die eisernen Einsätze in den Fallthüren (*b b*) enthalten ein Beobachtungsloch, welches während des Betriebes mit einem eisernen conischen Stopfen geschlossen ist. Bei *c* ist der Deckel vorgestellt, *g* ist der Raum, in dem die Kiese auf den Roststäben lagern, bei *e*, *h*, *i* liegen die Canäle, durch welche die sich bildenden Gase mittels des Rohres *k* in die daneben liegenden Bleikammern ziehen (Fig. 11 u. 12).

Um bei kleineren Reparaturen an den Bleikammern in den Stand gesetzt zu werden, die Ofengase anstatt in die Kammern, direct in den Schornstein eintreten zu lassen, ist bei *l* ein Schieber angebracht; wird derselbe geöffnet, so entweichen die

Fig. 11.

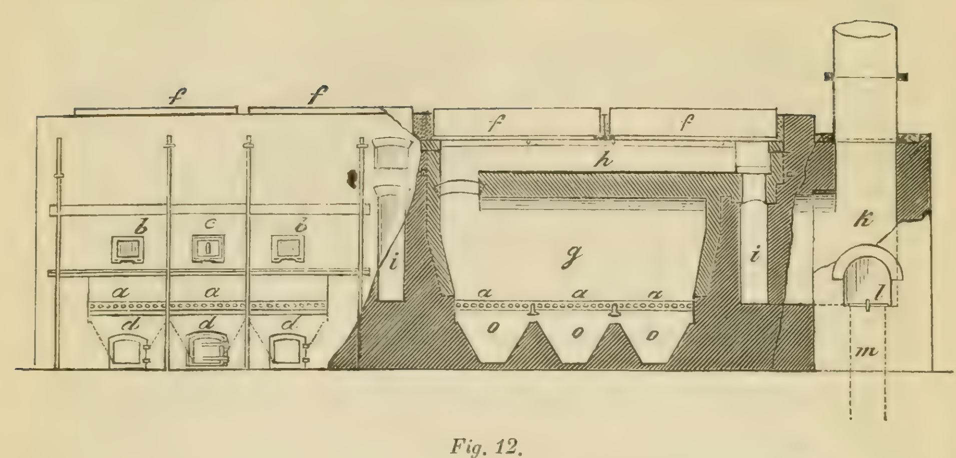
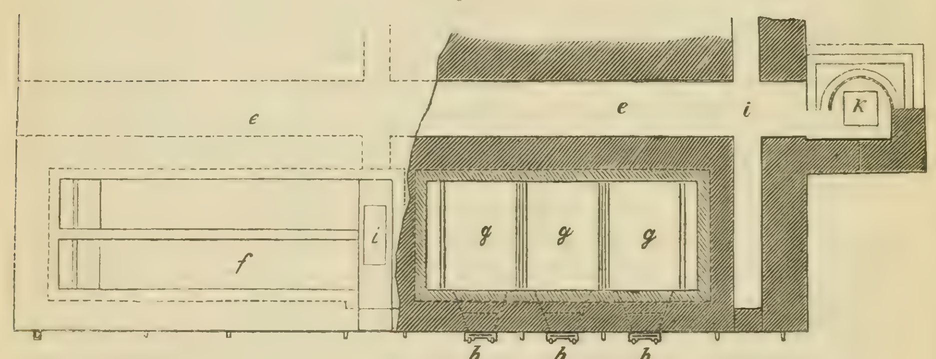


Fig. 12.



Ofengase durch den Canal *m* in den Schornstein, jedenfalls zur grossen Belästigung der Adjacenten und zur Schädigung der zunächst befindlichen Vegetation. Man ersieht hieraus, welche üble Nachbarschaft eine Schwefelsäurefabrik unter Umständen sein kann, wenn die geeigneten Präventivmassregeln, die man in der Neuzeit zu treffen vermag, unterlassen worden sind. Die Stuffkiesöfen der bezeichneten Art werden immer am meisten Belästigung für die Arbeiter und die Nachbarschaft in sich schliessen.

Sind die Kiese ausgebrannt, so werden sie durch Drehen der mit einem vierkantigen Theile aus dem Ofen herausragenden Roststäbe *a* mittels eines passenden Schlüssels in den Aschenfall *o o* abgelassen (Fig. 11).

Schlich- oder Schüttöfen. Gerstendörfer hat das Verdienst, für die Vervollkommnung des Röstprocesses sehr viel beigetragen zu haben. In den ursprünglichen Oefen fiel der Schlich durch eine Reihe thönerner, prismenförmiger Stangen und musste 15 Reihen dieser Erzträger passiren, ehe er nach unten in eine Vertiefung fiel. Durch eine Oeffnung am unteren Theile des Ofens wurden Röststäbe eingelegt und auf dem dadurch gebildeten Rost das Brennmaterial (Holz oder Kohle) verbrannt, um den Ofen in Betrieb zu setzen; alsdann wurden die Röststäbe wieder herausgezogen und die zum Rösten nothwendige Luft durch einen besonderen Canal zugeleitet.

Die neueste Verbesserung dieser Oefen findet sich in Fig. 13. u. 14. Das Röstgut fällt hier in einem Strahl durch eine trichterförmige Vertiefung zwischen zwei emaillirten

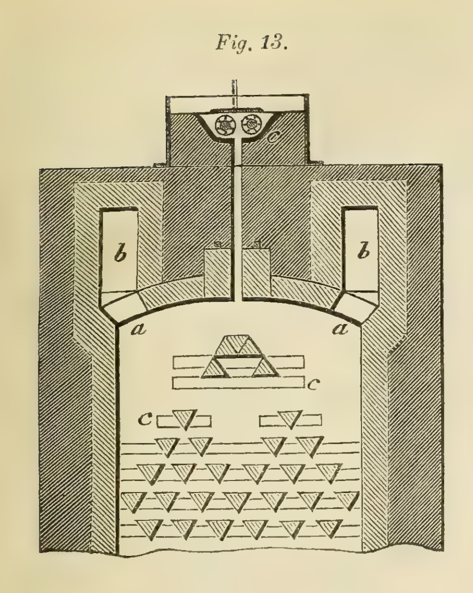


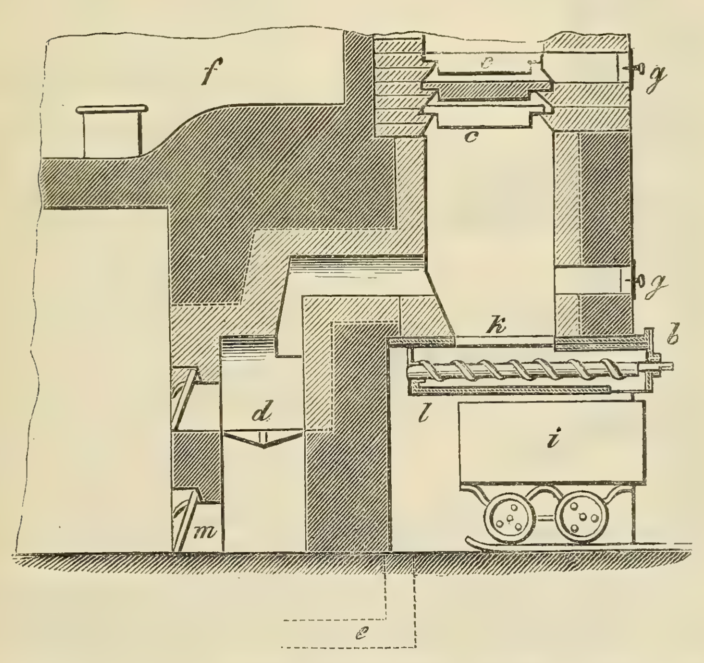
Fig. 13.

Walzen (Fig. 14. *c*) auf die Bänke (Fig. 13. u. 14. *c*). Selbstverständlich lässt sich auch hierbei ein Füllkasten verwenden, um bei Einfüllung des Schlichs den Staub zu vermeiden.

Der Abzug der Gase geschieht durch vier in der Seite des Deckgewölbes angebrachte Oeffnungen (Fig. 13. *a*) und zwar möglichst weit vom einfallenden Strom des zu verbrennenden Röstgutes entfernt; von diesen münden allemal je zwei mit seitlichen Zügen (Fig. 13. *b b*) direct nach rückwärts in die Flugstaubkammer (Fig. 14. *f*). In dieser gibt ein gemauerter Vorhang dem Gasstrome eine niedergehende Richtung.

Eiserne Einsätze (Fig. 14. *g*) mit Beobachtungslöchern liegen vor den Bänken (*c*). Durch diese Oeffnungen tritt die Verbrennungsluft ein, aus welchen zu diesem Zwecke die Thonstopfen herausgenommen werden. Hierbei muss es Grundsatz bleiben, im oberen Theile möglichst viele Luft und unten zur Vermeidung der Abkühlung des Ofens möglichst wenig Luft eintreten zu lassen. Dieser natürliche Luftzug soll sich besser als die Anwendung von gepresster und erwärmter Luft bewähren.

Fig. 14.



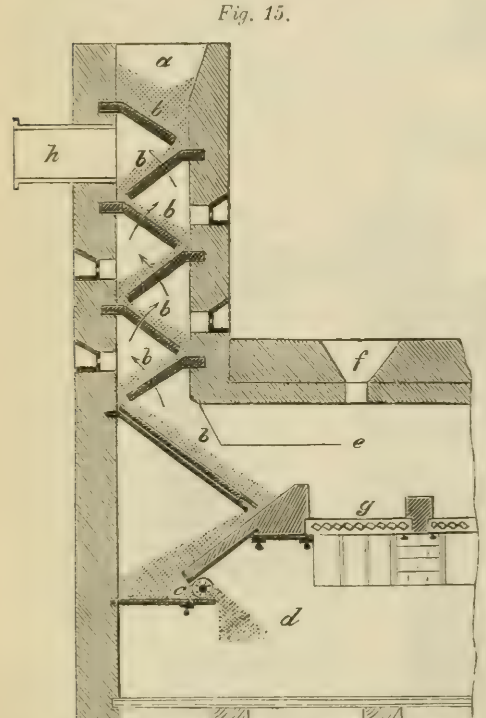
Der Ofen wird durch eine seitlich gelegene Feuerung (Fig. 14. *d*) in Betrieb gesetzt; man kann hier auch nöthigenfalls bei der Röstung selbst mit Brennmaterial nachhelfen. Die Abbrände werden durch Drehen einer Schnecke (Fig. 14. *b*) in den untergestellten Erzhund (*i*) abgelassen, da die Platte unter dem Sammelraum (*k*) eine

viereckige Oeffnung frei lässt, durch welche die Abbrände in das gusseiserne Gehäuse *l* gelangen. Die Abbrände selbst verhindern den Zutritt der Luft in den Röstraum: da sich aber auch aus diesen stets noch eine beträchtliche Menge schwefliger Säure zur grossen Belästigung der Arbeiter entwickelt, so ist in dem freien Theile unter dem Ofen in einer Ecke ein kleiner, nach dem Schornstein führender Zug (Fig. 14. *e*) von etwa 16 Quadratzoll Querschnitt angebracht. Um das Saugen durch diese Oeffnung zu befördern, versetzt man die vordere Seite des Zuganges unter dem Oefen mit zwei Blechen (Fig. 14. *m*). Hört die Entwicklung von schwefliger Säure auf, so bedeckt man die Oeffnung des Canals (*e*) mit einer Platte, um die kalte und die übrigen Feuerungen behindernde Luft vom Kamin abzuhalten. [19])

Durch diese Einrichtung ist jedenfalls ein wichtiger sanitärer Vortheil geliefert: auch geht die Röstung ihren ruhigen Gang weiter, ohne dass die Arbeiter beim Aufgeben des Röstgutes von dem entsetzlichen Qualm betroffen werden.

Eine Modification des Gerstendörfer'schen Ofens rührt von Hasenclever und Helbig her. Die feinen Kiese rösten mit der Wärme der Stuffkiesverbrennung und liegen auf Thonplatten, welche um 38° gegen die Horizontale geneigt sind. Sechs solcher Platten sind vorhanden und erfordern wegen des Neigungswinkels eine bedeutende Höhe des Ofens; sie liegen alternirend an der Ofenwand, so dass die Röstgase schraubenförmig im Ofen aufsteigen und bei *h* in die Bleikammer gelangen.

Fig. 15.



Die feinen Kiese werden oben in eine trichterartige Oeffnung des Ofens aufgegeben (Fig. 15), bilden hier einen Verschluss und rutschen in dem Masse auf der geneigten Ebene (*b*) in den Aschenfall herab, als unten eine gerippte Walze (*c*) die Abbrände wegnimmt. Der Aschenfall (*d*) ist 1 Meter breit, 3 Meter tief und so hoch angelegt, dass die Abbrände in Erzhunde entleert werden können. Der Stuffkiesofen (*e*) liegt seitlich und befindet sich in dessen Decke eine Oeffnung zum Chargiren (*f*). Beim Aufgeben der feinen Kiese sind in sanitärer Beziehung dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei den Schachtöfen zu treffen. Bei *g* liegen die Roststäbe.

Bei der ganzen Einrichtung ist die Verbrennung von Stuffwerk ein integrirender Theil und die Erfinder haben hierbei vorzugsweise die Benutzung der Kiesabfälle, welche beim Brechen der Stückkiese mit dem Steinbrecher resultiren und im Stuffofen nicht geröstet werden können, im Auge gehabt, weil die Benutzung von Gries in der Form von Batzen den Oefen nicht nützlich sei. Andere Fabricanten behaupten jedoch, dass solche Batzen ohne Nachtheil für den Ofengang auch im Stuffkiesofen verbrannt werden können: weitere Erfahrungen müssen hierüber noch endgültig entscheiden. Die Abbrände im Stuffkiesofen werden, wie oben angegeben worden, behandelt.

In sanitärer Beziehung ist es nicht unwichtig, dass unter den Rosten ein langer Canal mit dem Schornstein in Verbindung steht, obgleich man ursprünglich damit einen geringern Verlust von schwefliger Säure bei einer neuen Beschickung des Ofens zu erreichen suchte. Der Canal ist so gross, dass ein Wagen unter den Rost geschoben werden kann, um die Kiesabbrände direct aufzunehmen. [20])

Der Ofen von Olivier und Perret verfolgt denselben Zweck wie der Hasenclever'sche; er ist ursprünglich Stuffkiesofen mit drehbaren Roststäben,

wie ein solcher in Fig. 11 u. 12 abgezeichnet worden. Ueber den zum Beschicken dienenden Oeffnungen sind aber noch sieben horizontale Thonplatten in senkrechten Abständen von 20 Ctm. angebracht, auf welchen das zu röstende Gries ausgebreitet wird. Die betreffenden Abbrände werden durch Oeffnungen in den Seitenwänden ausgezogen; über der obersten Platte sind Bleipfannen behufs Concentration der Kammersäure aufgestellt.

Der Röstofen von Stetefeldt stellt einen hohen Schacht dar, in den die Erze oben mittels einer Schüttelvorrichtung eingetragen werden, während die Abbrände unten in der Vorderwand ausgezogen werden; zwei seitlich vom Ofen aufgestellte Generatoren liefern die nöthige Wärme. Die Gase treten sammt dem fortgerissenen Flugstaub durch einen Fuchs in Flugstaubkammern; vorher wird aber der Flugstaub durch einen dritten hinter dem Fuchs aufgestellten Generator erhitzt und abgeröstet. [21])

Der Röstprocess wird somit sehr verschiedenartig ausgeführt und hat man bei der Prüfung einer Concession in erster Linie die Art der Oefen und das hierbei zu beobachtende Verfahren einer sorgfältigen Erwägung zu unterziehen, um hiernach den Einfluss der Fabrication auf die Arbeiter und die Adjacenten richtig würdigen zu können.

Die Reinigung der schwefligen Säure. Sie ist zweifacher Art, erstlich bezüglich der mechanisch mitgerissenen Substanzen (Flugaschen) und zweitens der gas- oder dampfförmigen Verunreinigung wegen. Hervorzuheben sind: unveränderter Schwefelkies, Selen, Eisen-, Zink-, Blei- und Thalliumoxyd. SO_2 muss von diesen Substanzen namentlich von dem Eisen gereinigt werden, weil die Schwefelsäure sonst zu vielen technischen Zwecken, wie in der Färberei, unbrauchbar werden würde.

Flugstaubkammer. Ein viereckiger mit dichten, möglichst kalkfreien Steinen und Theermörtel gemauerter und gewölbter Raum (Fig. 16a), welcher gleich hinter dem Ofen (*A*) liegt und mit Scheidewänden versehen ist, repräsentirt die Flugstaubkammer, wodurch die Circulation der Dämpfe verlangsamt werden soll. Die schwersten Metalloxyde fallen schon grösstentheils in der ersten kleinern Hälfte nieder, während das leichtere Zinkoxyd sich erst in der zweiten grössern Hälfte ablagert.

Zur vollständigen Ausscheidung der arsenigen Säure sowie des metallischen Arsens lässt man SO_2 eine sogenannte Condensationskammer (*C*) passiren, die mit groben Koksstücken gefüllt und durch einen schwachen Wasserdampfstrahl gespeist wird; diese Kammer bildet auch gleichsam einen Kühlraum für SO_2 und scheidet das Arsen bis auf ein Minimum aus SO_2 ab.

Es ist hierbei das in sanitärer Beziehung wichtige Ausräumen und Reinigen der Flugstaubkammer zu erwähnen. Wenn die Kiesöfen gelöscht sind, wird zunächst Wasserdampf eingeleitet, um alle SO_2 auszutreiben und die staubförmige Masse anzufeuchten. Beim Betreten der Flugstaubkammern müssen alle Vorsichtsmassregeln, die überhaupt bei solchen erforderlich sind, zur Anwendung kommen (s. Blei und Arsen). Der Inhalt der Kammer wird auf Gewinnung von Thallium und Selen benutzt; letzteres befindet sich grösstentheils im sogen. Selenschlamm, welcher aus Bleisulfat und den Bestandtheilen des Flugstaubes besteht. Die mit arseniger Säure imprägnirten Koks der Condensationskammer werden alle 2—3 Jahre entfernt und in England vorzugsweise als Brennmaterial bei der Dampfkesselfeuerung benutzt. Dieses Verfahren ist zwar

Fig. 16.

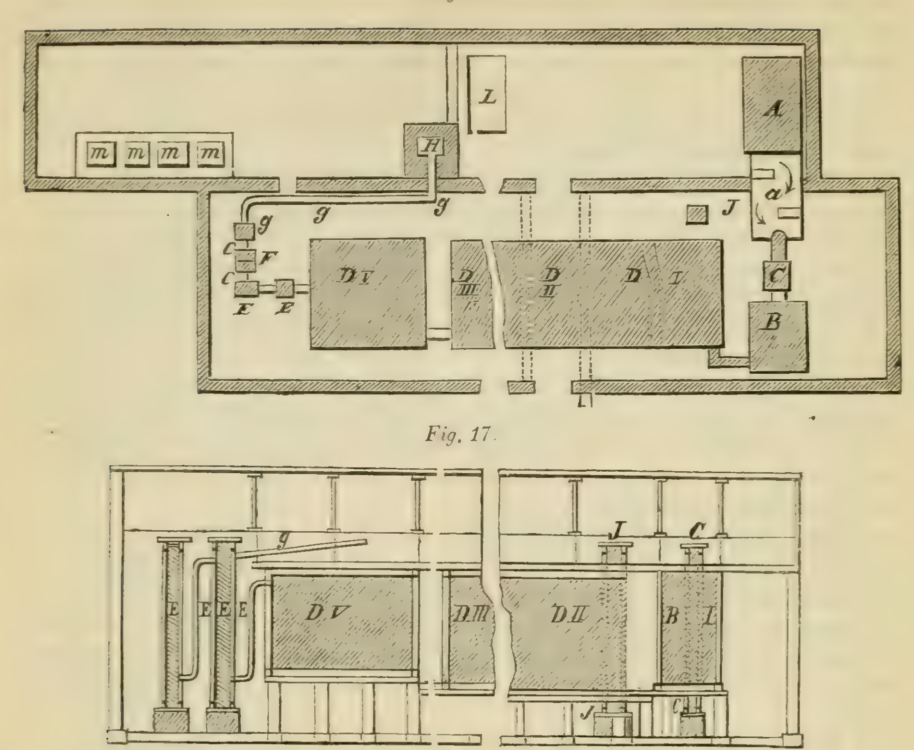


Fig. 17.

kurz und einfach, entspricht aber nicht den Anforderungen der öffentlichen Gesundheitspflege. Geschieht dies Verbrennen bei dem sogenannten Rauchverzehrer, so findet sich ein grosser Theil des Arsens in der Russkammer wieder, so dass bei der Verwendung eines solchen Russes auf diese giftige Beimengung wohl zu achten ist.

Diese Koks müssten in geschlossenen Räumen ausgeglüht oder aber mit einer verdünnten Natronlauge behandelt werden; die resultirende Lauge ist mit verdünnter Schwefelsäure zu neutralisiren, um alsdann die ausgeschiedene arsenige Säure entsprechend zu verwerthen. Diese Reinigungsmethode fällt natürlich bei Benutzung des reinen (sicilianischen) Schwefels weg; der bei der Sodafabrication abfallende Schwefel (s. Sodafabrication) dürfte jedoch zu ähnlichen Vorsichtsmassregeln auffordern, da er in Folge der Darstellung arsenikhaltig ist und daher die Anwendung einer Condensationskammer gebietet.

Das Vermischen der schwefligen Säure mit Salpetersäure resp. Untersalpetersäure. In der zweiten Bleikammer (Fig. 16, *DII*) stehen terassenförmig aufgestellte Schalen aus Steingut, auf welche Salpetersäure aus Gefässen, die ausserhalb der Bleikammer sich befinden, entweder permanent oder intermittirend herunterfliesst.*) Der Schornsteinzug, welcher die Gase weiter führt, wird durch

*) Die Bleikammern ruhen gewöhnlich auf einer hölzernen Zimmerung und sind mit einer lockern Bedachung versehen. Es kommt bisweilen vor, dass Holzwespen (Sirex-Arten) die Bleikammern anbohren, wenn sie sich einen Ausweg aus dem Holzwerk suchen und auf diesem Wege selbst die Bleiplatten angreifen.

Einleiten eines Dampfstroms befördert; derselbe tritt zunächst in die hinter der Condensationskammer liegende Vorkammer (Tambour, Fig. 16, *B*), dann in die erste, dritte und vierte Kammer (*D I, III, IV*). Gleichzeitig wird die schweflige Säure auf diese Weise mit der hinreichenden Menge Wasser und Luft versorgt, um in Berührung mit Salpetersäure den oben beschriebenen Process durchzumachen.*)

Gay-Lussac'sche Koksthürme. Ehe die Gase in die fünfte Kammer gelangen, passiren sie in einigen Fabriken noch einen flachen, durch die äussere Luft abgekühlten und mit Querwänden versehenen bleiern Kasten und bei ihrem Austritt aus der fünften Kammer nochmals einen ähnlichen Abkühlungsraum, damit das Wasser in den Gasen und Dämpfen condensirt und die in den **Gay-Lussac'schen Koksthürmen** herabfliessende Kammersäure nicht durch eine zu grosse Verdünnung an der Absorptionsfähigkeit für Stickoxyd resp. Untersalpetersäure einbüsst. Hinter der letzten Kammer sind nämlich mit Koks gefüllte Cylinder (Koksthürme) als Condensationsapparate (Fig. 16 u. 17, *EE*) aufgestellt, durch welche von oben nach unten concentrirte Schwefelsäure fliesst, während die gasförmigen Stickstoffverbindungen aus den Bleikammern unten in den Thurm geleitet und bei dem Aufsteigen von der herabfliessenden Schwefelsäure absorbirt werden.**) Die unten abfliessende, mit den Stickstoffverbindungen gesättigte Schwefelsäure gelangt in die Bleikammern zurück, um neue Mengen schwefliger Säure zu Schwefelsäure zu oxydiren. Zur gleichmässigen Vertheilung der Schwefelsäure ist über dem Thurm ein Segner'sches Rad anzubringen; dadurch, dass dasselbe durch die ausfliessende Schwefelsäure in rotirende Bewegung gesetzt wird, erreicht man diesen Zweck vollständig. Es sollte keine Concession zur Schwefelsäurefabrication verliehen werden, ohne dass dem Concessionär die Einschaltung eines solchen Koksthurmes zur Bedingung gemacht würde, da sonst die Uebelstände, welche der Nachbarschaft durch die aus dem Schornstein entweichenden Gase bereitet werden, nicht zu beseitigen sind.

Vorzugsweise ist es die schweflige Säure, welche bei Unterlassung ihrer vorschriftsmässigen Absorption nicht bloss Menschen, sondern auch den Thieren, besonders den Pferden, höchst unangenehm ist. In einem concreten Falle wurde ein in der Nachbarschaft gelegener Exercierplatz fast unbrauchbar, weil die Pferde in Folge der exhalirten schwefligen Säure von einer beständigen Unruhe und einem quälenden Hustenreiz befallen wurden und die Exercitien dadurch eine be-

---

*) Neuerdings wird statt Wasserdampf Wasserstaub empfohlen, der nach dem Princip des bekannten Pulverisateurs dargestellt wird; es soll hierdurch an Brennmaterial gespart werden.

**) Nach *Winkler*'s Untersuchungen wird Stickoxyd nicht von Schwefelsäurehydrat absorbirt; auch Stickoxyd und Sauerstoff vereinigten sich im *Gay-Lussac*'schen Condensator nicht wie sonst zu Untersalpetersäure, sondern es entstehe nur salpetrige Säure auch bei Sauerstoffüberschuss; dagegen erfolge die Vereinigung von Schwefelsäurehydrat mit salpetriger Säure sehr lebhaft; eine Temperaturerhöhung löse diese chemische Verbindung nicht, wohl aber der Zutritt von Wasser; sie befinde sich in den Bleikammerkrystallen in festem Zustande, im *Gay-Lussac*'schen Thurme aber in der abfliessenden Schwefelsäure in aufgelöster flüssiger Form.

Untersalpetersäure bilde im flüssigen und gasförmigen Zustande mit Schwefelsäurehydrat eine sehr lose chemische Verbindung, welche durch Erhitzen völlig aufgehoben werde, wobei die Untersalpetersäure entweder unverändert entweiche oder sich in salpetrige Säure, die mit der Schwefelsäure in chemische Verbindung trete, sowie in entweichendes Sauerstoffgas zerlege. Schwefelsäure und Salpetersäure bilden wahrscheinlich nur mechanische Gemische, bei der Erhitzung zerfallen sie aber in entweichende Salpetersäure, Sauerstoff und nitrose Schwefelsäure.

deutende Störung erlitten. Unter den verschiedenen Baumsorten werden vorzugsweise die Pappeln vollständig entblättert. Die Nachbarschaft wird je nach der Windrichtung belästigt; wenigstens in einer Entfernung von 15—20 Minuten wirkt die schweflige Säure noch auf die Respirations- und Geruchsorgane ein. (Man vergl. schweflige Säure.)

Die aus der letzten Kammer austretenden Gase und Dämpfe können vermischt sein: 1) mit viel Stickoxyd, wenn zu wenig und zur Oxydation desselben nicht ausreichende Luft in den Kammern war: 2) mit viel Untersalpetersäure, wenn es an Wasser und schwefliger Säure gefehlt hat: 3) mit viel schwefliger Säure, wenn der Wasserdampf und die Untersalpetersäure unzureichend waren.

Bei der Fabrication ist daher namentlich darauf zu sehen, dass die sich bildende Untersalpetersäure sogleich wieder zersetzt wird: nur bei rasch auf einander folgender Entstehung und Zersetzung derselben verläuft die Schwefelsäurebildung ungestört: die rothen Dämpfe der Untersalpetersäure dürfen sich deshalb bei einer guten Fabrication niemals massenhaft in den Bleikammern bilden: Mangel an Wasserdampf erschwert ihre Zerlegung.

Ist die Absorption der Gase und Dämpfe in den *Gay-Lussac*'schen Thürmen eine so vollständige, dass die oben aus dem Thurme entweichende Luft vollständig entfärbt ist, so bedarf es in der Regel keiner weitern Einrichtung. Sollten aber noch Dämpfe der schwefligen Säure entweichen, so könnte man auf den *Gay-Lussac*'schen Apparat noch einen Absorptionsthurm (Fig. 16, *F*) folgen lassen, der in zwei gleiche, mit Braunstein ausgefüllte Hälften getheilt ist. Unten hat die Mittelwand einen kreisförmigen Ausschnitt, damit die auf der einen Seite hinabsteigenden Gase und Dämpfe durch diesen in der andern Hälfte hinaufsteigen. Bei Gegenwart von Wasser beschleunigt sich die Bildung von schwefelsaurem Manganoxydul (s. schwefl. Säure). Der Canal *cc* verbindet die Thürme.

In einigen Fabriken wird statt der fertigen Salpetersäure ein Gemisch von Salpeter mit Schwefelsäure zur jedesmaligen Darstellung der Salpetersäure benutzt.*) In diesem Falle entstehen aus dem fast nie fehlenden Kochsalzgehalt des Salpeters salzsaure Dämpfe: treten sie in einem gegebenen Falle in erheblicher Menge auf, so würde es erforderlich sein, schliesslich noch einen mit Wasserberieselung versehenen Koksthurm (Fig. 15, *g*) anzubringen. Das sauer abfliessende Wasser darf aber nicht zur Speisung der Kammern benutzt werden, da es arsenhaltige Salzsäure enthalten kann. Der Thurm *g* steht mittels des Canals *y* mit dem Schornstein *H* in Verbindung.

Die im Gay-Lussac'schen Apparate gewonnene nitrose Schwefelsäure wird in den meisten Fabriken noch einer Denitrification unterworfen. Man bringt alsdann die Säure, was stets durch eine Pumpe oder Dampfdruckvorrichtung geschieht, in einen mit Koks gefüllten und vor der Vorkammer stehenden Cylinder (Fig. 15 u. 16, *J*), den Denitrificateur, in dem durch eingeleiteten Wasserdampf die beständig zufliessende Verbindung von Schwefelsäure mit Stickoxyden zerlegt wird. Die gasförmig sich entwickelnden Stickoxyde werden der Vorkammer wieder zugeführt, während man die Schwefelsäure in die erste Bleikammer leitet.[22]

Glover'scher Thurm. Der neuerdings in die Schwefelsäurefabrication eingeführte Glover'sche Thurm bezweckt ebenfalls eine Denitrification neben einer besseren Verwerthung der heissen schwefligen Säure. Ein solcher Thurm besteht aus einem Bleikasten von 4—8 M. Höhe und etwa 6—10 Q.-M. Grundfläche; inwendig ist er mit einer Steinschicht ausgefüttert und im Innern mit groben Sandsteinbrocken und Ziegelsteinen angefüllt. Dieses Material muss seiner Beschaffenheit nach der heissen Schwefelsäure widerstehen können. Unten in den Thurm treten die heissen Gase der Röstöfen ein, concentriren die Schwefelsäure

---

*) Zu diesem Zwecke stellt man bei Schwefelöfen gusseiserne Tiegel, welche dieses Gemisch enthalten, in den verbrennenden Schwefel: nach vollendeter Zersetzung ersetzt man sie durch neu beschickte. Bei Schwefelkiesöfen placirt man sie in der Regel am Ausgange des Canals, der die schweflige Säure in die Bleikammer leitet. In sanitärer Beziehung ist dies Verfahren, mag man es ausführen wie man will, ein sehr nachtheiliges, da die Arbeiter dabei stets den ausströmenden Gasen und Dämpfen ausgesetzt sind. Etwas schneller kann diese Manipulation ausgeführt werden, wenn man kleine gusseiserne, auf Schienen laufende Wagen dazu benutzt.

auf 1,7 V.-G. und werden oben abgekühlt den Bleikammern zugeführt. Oben wird nämlich ein Gemenge von Kammersäure und nitroser Schwefelsäure aus dem Gay-Lussac'schen Apparate eingelassen, welches sich im Thurm vertheilt und mit der schwefligen Säure in Berührung kommt; die dabei sich entwickelnden Wasserdämpfe zersetzen die nitrose Schwefelsäure vollständig unter Mitwirkung der schwefligen Säure, so dass die concentrirte Säure aus dem Glover'schen Thurm ganz frei von Stickstoffverbindungen ist. Von besonderer Wichtigkeit sind hierbei Vorkehrungen zum Auffangen des Flugstaubes und zweckmässige Materialien, damit sich der Apparat nicht verstopft. Die gewonnene Säure ist nur für die Sodafabrication, Darstellung von Superphosphat und ähnlichen Producten zu verwerthen, aber weniger für die Bereitung von Sulfat, das für die Fabrication von weissem Glase dienen soll. [23])

Reinigung der Kammersäure. Die gewöhnlichsten Verunreinigungen sind schweflige Säure, Selen, Thallium, Blei, arsenige Säure und die Oxyde des Stickstoffs; zur Beseitigung des Arsens benutzt man entweder Schwefelwasserstoff oder Schwefelbarium. Die Oxyde des Stickstoffs entfernt man durch Zusatz von Ammoniumsulfat oder Erhitzen mit etwas Oxalsäure; auch die Behandlung der Säure mit schwefligsaurem Gase ist zweckmässig.

Concentration der Kammersäure. Sie wird bei einem spec. Gewicht von 1,5 oder bei 50° B. abgezogen; man benutzt zu ihrer Concentration Eindampfpfannen aus Blei, die auf gusseisernen Platten stehen, oder Bleipfannen mit oberschlägiger Feuerung. Bei letzterm Verfahren entweichen beträchtliche Mengen von Schwefelsäure mit den Feuerungsgasen; dasselbe ist daher nicht zu empfehlen. Benutzt man gespannten Wasserdampf, so wird die Säure in mit Blei ausgekleideten Holzkasten abgelassen, auf deren Boden Bleischlangen liegen, durch welche der Dampf strömt; hierbei verflüchtigt sich gar keine Schwefelsäure.

Vielfach stellt man auch die Bleipfannen (Fig. 16. *m*) auf die Kiesbrenner (Fig. 11. *f*); erstere werden aber oft undicht und verderben alsdann den Ofen. — Auch die heissen Dämpfe der schwefligen Säure, die aus dem Kiesbrenner zugeleitet werden, hat man zur Concentration benutzt. Der hierzu dienende Apparat besteht aus einem Deckel aus Bleiplatten, welcher glockenartig über der Schwefel säure in Bleipfannen steht. Die Gase treten in die erste Bleikammer zurück.

Zur weitern Concentration der auf 60° B. eingedampften Säure gehört eine das Blei angreifende Temperatur. Um das spec. Gewicht der Säure von 1,85 zu erreichen, muss daher der zweite Concentrationsact in Platingefässen vorgenommen werden. Man benutzt auch besondere Glasgefässe hierzu, namentlich unter Zusatz von einigen Stücken dichter Gasretortenkohle, wobei die abdestillirte Säure auf 1 Liter nur 20 Ccm. schweflige Säure enthalten soll, welche sich durch einen trocknen Luftstrom abtreiben lässt. Bei gusseisernen Retorten muss aber, da es sich bei dieser Concentration um eine Destillation handelt, das Dampfleitungsrohr und das Kühlrohr von Platina sein; ebenso ist für das Ueberziehen der concentrirten Säure in die zur Versendung dienenden Krüge oder Ballons ein besonderer, aus Platina construirter Heber nothwendig.

Da die Räume, in welcher die Concentration und Destillation der Säure vorgenommen wird, in der Regel gross und luftig sind, so kann von einer Belästigung hier nicht die Rede sein. Häufig kann man sogar beobachten, dass Sperlinge oder Schwalben in solchen Localen ihre Nester bauen und dadurch den Beweis

von der Unschädlichkeit der Luft liefern. Die Gefahr vor der Schädigung der Arbeiter befindet sich, wie schon mehrmals betont worden, bei den Kiesbrennern, während beim Austritt der Gase und Dämpfe aus der letzten Bleikammer mehr die Rücksicht auf die Adjacenten und die Vegetation der Umgegend zur Sprache kommt.

Wird bei der Schwefelsäurefabrication arsenfreier Schwefel verbrannt, so ist bei einem aufmerksamen Betriebe und bei der Benutzung von flüssiger Salpetersäure die Gefahr für die Arbeiter weit geringer; auch die Flugstaubkammer fällt hier weg. Die Brenner sind so eingerichtet, dass kalte Luft unter die Eisenplattte, auf welcher der Schwefel verbrennt, geleitet werden kann, damit die Gase nicht zu heiss in die Bleikammern gelangen. Man leitet deshalb auch die Gase vorher durch lange Röhren oder Canäle in einen Kühlraum oder sucht auf andere Weise diesen Zweck zu erreichen; man hat auch besondere Schwefelöfen mit continuirlicher Verbrennung des Schwefels construirt. Das übrige Verfahren stimmt mit dem bereits beschriebenen überein.

Die **Verwendung der Schwefelsäure** ist ausserordentlich mannigfaltig und gibt es nur wenig technische Processe, bei denen die Schwefelsäure nicht irgend eine Aufgabe zu übernehmen hat. So dient sie z. B. zur Darstellung der meisten andern Säuren und der wichtigsten Salze, zur Scheidung des Goldes vom Silber und des Silbers von Kupfer, sowie zur Darstellung anderer Elemente, z. B. von Phosphor, Jod, Brom, Sauerstoff, Wasserstoff u. s. w., zur Reinigung organischer Substanzen, z. B. des Rüböls, des Petroleums, Paraffins, Talgs, der Wolle u. s. w., zum Verseifen der Fette und Oele, als Auflösungsmittel zur Bereitung von Krapp- und Theerfarben, in den Färbereien und Druckereien überhaupt, zur Darstellung von Pergamentpapier, Nitroglycerin und Schwefeläther, in der Galvanoplastik, als Austrocknungsmittel, zum Verzinnen und Verzinken, zum Beizen des Kupfers und Messings u. s. w., in der Poudrett- und Wichsfabrication; bei letzterer verbindet sie sich mit dem Kalk in Knochenschwarz und bildet damit Calciumsulfat (Gyps), welches die Kohle vertheilt und den Glanz hebt.

Rauchende (Nordhäuser) **Schwefelsäure.** Dieselbe findet weniger Verwendung und wird hauptsächlich noch in Böhmen, im Erzgebirge, in Schlesien und am Harze fabricirt.

Je sorgfältiger die Calcination des Eisensulfats geschieht, desto weniger entwickelt sich SO_2. Immerhin ist es nothwendig, die Vorlagen mit einem System von Woulff'schen Flaschen aus Steingut, welche concentrirte Schwefelsäure enthalten, zu verbinden. Die nicht absorbirten Gase lässt man dann in den Schornstein entweichen.

Vielfach wird auch der Rückstand bei der Salpetersäurefabrication, das primäre (saure) Natriumsulfat, in feuerfesten Thonretorten und bei Hellrothgluth der Destillation unterworfen. Die entweichenden Dämpfe von SO_3 leitet man in 66grädige concentrirte Schwefelsäure, welche sehr kühl zu halten ist.

Man hat hier sehr darauf zu achten, dass bei Erschöpfung des sauren Natriumsulfats die Vorlage sofort entfernt wird, weil sonst die Säure in das Destillationsgefäss zurücktritt und ein vollständiges Zerschmettern desselben bewirken kann. Der Rückstand besteht aus neutralem Natriumsulfat. Die Säure hat einen constanten Gehalt an SO_3, ist frei von SO_2 und wird deshalb vorzugsweise zum Auflösen von Indigo und in Laboratorien zur Darstellung von SO_3 benutzt. In Russland dient sie auch zur Reinigung der rohen Torf- und Braunkohlenöle.

Je stärker sie ist, desto mehr entwickelt sie an der Luft weisse Dämpfe; eine Erscheinung, welche nur in der grossen Verwandtschaft des in ihr enthaltenen Schwefelsäureanhydrids zum Wasser beruht. Jeder Tropfen der Säure, welche man in kaltes Wasser fallen lässt, erregt ein zischendes Geräusch.

Der **Transport der englischen Schwefelsäure** geschieht in Glasballons, die mit Weidengeflecht umgeben sind. Die Stöpsel aus Steingut werden mit Schwefel eingegossen und erhalten eine Umhüllung von Lehm und rohem Packtuch.

Die rauchende Schwefelsäure kommt in viereckigen Töpfen mit Schraubenstöpseln aus Steingut in den Handel; die Stöpsel werden ebenfalls mit Schwefel vergossen.

Beim Transport auf Eisenbahnen müssen nach dem Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen vom 10. Juni 1870 (R. G.-Bl. S. 10) alle Mineralsäuren getrennt verladen, sorgfältig verpackt und in mit Handhaben versehenen Korbgeflechten eingeschlossen werden.

Der Transport auf Schiffen ist der sicherste, wenn die Flaschen vor Regen und Sonne geschützt sind; beim Ausladen müssen sie auf waagschalenähnlichen Vorrichtungen und nicht an den Handhaben herausgezogen werden.

Der Transport auf Frachtfuhrwerken sollte möglichst vermieden werden; jedenfalls sollte man sich in Städten nur der auf Federn ruhenden und mit Fächern versehenen Wagen bedienen, in welche man die Ballons seitlich einschiebt. Platzt ein Ballon, so muss die verschüttete Säure, wenn augenblicklich keine grössern Quantitäten Wasser zu Gebote stehen, sofort mit Erde überschüttet werden. Der Schaden, der sonst der ledernen Fussbekleidung zugefügt wird, ist bekannt genug.

In einem geschlossenen Raume kann die verschüttete concentrirte Säure noch dadurch schädlich wirken, dass sie die Verpackung (Stroh, Weidengeflecht u. s. w.) angreift und zur Entwicklung von erheblichen Mengen schwefliger Säure neben flüchtigen organischen Säuren Anlass gibt. So berichtet Vohl über einen auf einem Fahrzeuge vorgekommenen Fall, in welchem durch den Wellenschlag einige Ballons zersprungen waren; die in das Schiff ausgelaufene Säure war die Veranlassung, dass der betreffende Schiffer in Folge der hierbei auftretenden Gase und Dämpfe von einer heftigen Augenentzündung und asthmatischen Beschwerden befallen wurde.[24])

Selen Se.

Selen ist ein steter Begleiter des Schwefels und ihm in allen seinen Verbindungen sehr ähnlich; in der Natur kommt es als Selenblei und Selensilber vor. Dargestellt wird es aus dem Selenschlamm, welcher in manchen Schwefelsäurefabriken aus dem Absatze der Bleikammern gewonnen wird, in dem er als selenigsaures Blei vorkommt und aus dem benutzten Schwefel oder Schwefelkies stammt.

Selen stellt ein rothes Pulver dar, das man durch Reduction der selenigen Säure erhält und welches wie der Schwefel in mehreren Modificationen vorkommt. Das geschmolzene und rasch erkaltete Selen ist von schwarzer Farbe und spröder Beschaffenheit. Bei seiner Erhitzung auf 96° steigt seine Temperatur plötzlich sehr bedeutend und es verwandelt sich hierbei in einen eisengrauen krystallinischen Körper; sein Schmelzpunct liegt bei 217° und sein Siedepunct bei 700°. An der Luft verbrennt es zu Selenigsäureanhydrid SeO_2. Ausserdem ist die Selensäure H_2SeO_4 bekannt.

Die **selenige Säure** H_2SeO_3 bildet sich beim Auflösen des Anhydrids in Wasser oder beim Auflösen von Selen in Salpetersäure.

Selenwasserstoff H_2Se soll in den Gasen mancher Vulcane vorkommen. Man stellt ihn durch Zersetzen von Seleneisen mit Salzsäure dar. Ein farbloses, brennbares, coercibles Gas von furchtbar stechendem Geruche, welches sich durch den atmosphärischen Sauerstoff sehr leicht in Selen und Wasserstoff zersetzt. Verschiedene Metallsalze werden durch das Gas mit eigenthümlicher Farbe gefällt.

Einwirkung von Selenwasserstoff auf den thierischen Organismus. Das Gas nimmt unter den irritirenden Gasen den ersten Platz ein. Sobald es mit der Schleimhaut der Augen, Nase oder der Respirationswege in Berührung kommt, schlägt sich Selen auf dieselbe nieder und erzeugt den heftigsten Reiz, der erst mit dem Ausstossen dieses fremden Körpers nachlässt. Das Selen wirkt fast nur örtlich, indem es sich auf die Schleimhäute mit einer Festigkeit, welche der von Farbstoffen auf Zeugen ähnlich ist, ablagert: dadurch kann der Tod erfolgen, wenn grössere Mengen des Gases eingeathmet werden.[1])

Die technische Verwendung von Selen ist noch geringfügig: bis jetzt wird es fast nur zur Anfertigung von Medaillen gebraucht: stets hat man aber die grösste Vorsicht anzuwenden, wenn Selendämpfe auftreten.

Tellur Te.

Tellur ist ein sehr seltenes Metall, welches entweder gediegen, oder in Verbindung mit Gold, Wismuth und Blei hauptsächlich in Siebenbürgen vorkommt; es wird aus dem Tellurwismuth dargestellt, hat aber bis jetzt noch keine technische Verwendung gefunden.

Das Tellur ist silberweiss, stark metallisch glänzend: es schmilzt bei 500° C. und destillirt in der Weissgluthhitze im Wasserstoffstrom unverändert über. An der Luft verbrennt es mit blaugrüner Farbe zum Anhydrid der tellurigen Säure TeO_2, das auch beim Rösten der Tellurmetalle auftritt. Es kommt häufig mit Arsen vor.

Tellurige Säure H_2TeO_3 wird durch Auflösen von Tellur in concentrirter Salpetersäure erhalten. **Tellursäure** hat die Formel: H_2TeO_4.

Tellurwasserstoff H_2Te wird aus Tellureisen und Salzsäure erhalten und entspricht dem Schwefelwasserstoff in chemischer Beziehung vollständig. Das Gas hat eine schwache irritirende Wirkung, ist aber sonst ganz ungefährlich.[1])

C. G. Gmelin[2]) hat angeblich mit Telluroxyd experimentirt, welches wahrscheinlich tellurige Säure war. Drei Gran davon erzeugten bei einem Hunde Erbrechen, während ein Kaninchen 4 Gran ohne Schaden nahm und erst nach 10 Gran am dritten Tage starb. Bei Eröffnung der Bauchhöhle nahm man einen eigenthümlichen Geruch wahr, welcher sehr an Knoblauch erinnerte und beim Aufschneiden der Eingeweide noch stärker wurde. Die Schleimhaut des Magens löste sich leicht ab, in der Nähe des Pylorus fand sich eine Menge schwarzen, dintenartigen Schleims, welcher die ganzen dünnen Därme, sowie die dicken bis an den Mastdarm erfüllte, sich mit Schwierigkeit wegwaschen liess und den erwähnten Geruch besonders auffallend zeigte. Der knoblauchartige Geruch und der dintenartige Schleim im Darm deuten darauf hin, dass die Tellurverbindung im thierischen Organismus reducirt worden: jedenfalls wäre zur genauern Constatirung dieser Reduction die Analyse des erwähnten schwarzen Schleims nothwendig gewesen. Würde das Tellur specifisch giftige Eigenschaften besitzen, so hätten sich solche beim Tellurwasserstoff zeigen müssen, da hier das Tellur in unendlich fein vertheiltem Zustande ausgeschieden wird: nur das etwa beigemengte Arsen kann hier giftig einwirken.

Stickstoff N.

Stickstoff kommt gasförmig nur in der atmosphärischen Luft frei vor, welche 79 Vol.-Proc. oder 77 Gew.-Proc. davon enthält. Der gebundene Stickstoff macht einen wichtigen Bestandtheil der pflanzlichen und thierischen Organismen aus und ist deshalb für die Ernährung der organischen Welt von der grössten Bedeutung. Die Pflanzen assimiliren den Stickstoff aus seinen Verbindungen mit Sauerstoff und Wasserstoff (Salpetersäure, Ammoniak), während der thierische Organismus kohlenwasserstoffhaltiger Stickstoffverbindungen zur Assimilation und zum Aufbau bedarf. Die Pflanzen müssen daher den Stickstoff zuerst in diejenige Form bringen, die ihn befähigt, den Thieren Existenz und Gedeihen zu verleihen, und es ist das Pflanzeneiweiss der Futterkräuter, das von dem Thier in Fleisch verwandelt wird. Das fleischfressende Thier führt die von den Pflanzen gelieferten Stickstoffverbindungen schliesslich wieder in Harnstoff resp. in Ammoniak und Salpetersäure zurück. So tritt bei der Wanderung und Wandlung des Stickstoffs derselbe ewige Kreislauf ein, wie er auch beim Verbrauch und bei der Reproduction des Sauerstoffs dem Pflanzen- und Thierleben gegenüber bemerkt wird. In der anorganischen Natur findet sich der Stickstoff vorzugsweise

in den salpetersauren Salzen und Ammoniumverbindungen. In Gasquellen ist er gewöhnlich von Kohlensäure begleitet, was auch in unterirdischen, lange verschlossen gewesenen Räumen der Fall ist, wenn in Folge von Fäulniss- und Verwesungsprocessen der Sauerstoff verschwunden ist.

Dargestellt wird der Stickstoff durch Erhitzen einer concentrirten Auflösung von salpetrigsaurem Ammonium, Ammoniumnitrit NH_4NO_2, wobei eine Zerlegung in Wasser aus Stickstoff stattfindet.

$$NH_4NO_2 = 2N + 2H_2O.$$

Die Versuche, den atmosphärischen Stickstoff aus der atmosphärischen Luft zu gewinnen und für die Technik zu verwerthen, sind noch nicht zum Abschluss gekommen.

Der Stickstoff ist geruch-, farb- und geschmacklos, wird auch nicht vom Magneten angezogen; nur selten verbindet er sich direct mit den übrigen Elementen. Auch vom Wasser wird er wenig absorbirt. Spec. Gew. 0,972.

Die physiologische Bedeutung des atmosphärischen Stickstoffes beruht lediglich nur in der Verdünnung des Sauerstoffs; wird durch absichtliche Inhalation des Stickstoffs diese Verdünnung so hoch gesteigert, dass keine Oxydation des Blutes mehr möglich ist, so ist die Grenze zwischen Leben und Tod sehr schmal, wenn nicht sofort für erneute Zufuhr von Sauerstoff gesorgt wird. Der Vorschlag von Sanderson und Murray, durch Stickstoffinhalationen Anästhesie hervorzurufen, ist daher ein sehr gefährlicher; sie beoabachteten dabei zuerst Beschleunigung des Pulses und der Respiration; später wurde der Puls langsam und unregelmässig, während das Gesicht eine livide Färbung bekam; Anästhesie soll binnen 3—4 Minuten eingetreten sein. Einem Patienten konnte während derselben ein Zahn schmerzlos ausgezogen werden.

Nach den an Thieren angestellten Versuchen tritt, wenn sie in eine Stickstoff-Atmosphäre versetzt werden, sofort eine sehr beschleunigte Respiration, hierauf starke Dyspnoe ein. Bei Tauben zeigt sich dann Würgen, Erbrechen; danach erfolgt im Verlaufe von 25 Minuten unter heftigen Convulsionen der Tod. Bei allmähliger Vermehrung des Stickstoffs vereinigt sich die Dyspnoe mit Schwindel und Taumel, ehe der Suffocationstod eintritt.

Die Section zeigt eine starke Hyperämie des Gehirns, bisweilen ein flüssiges Blutextravasat in der Umgebung der Medulla oblong., flüssiges Blut beim Einschneiden der Brustmuskeln, schwache Injection der Trachealschleimhaut, welche hier und da mit einer dünnen Lage blutigen Serums bedeckt ist. Aus den Schnittflächen der Lungen tritt flüssiges und dunkles Blut aus. Das Herz ist in allen Höhlen strotzend mit Blut von der nämlichen Beschaffenheit angefüllt; dieselbe Hyperämie findet sich in den Unterleibsorganen. Die Section liefert somit alle Erscheinungen, wie sie auch bei der auf mechanische Weise herbeigeführten Abhaltung des Sauerstoffs, d. h. bei Erstickung, vorkommen.

Stickstoff in sanitärer Beziehung. Der Verwesungs- und Fäulnissprocess liefert vorzugsweise Producte, die auch noch nach Jahrtausenden befähigt sind, in feuchtem Zustande den atmosphärischen Sauerstoff zu ihrer weitern Zerlegung zu verwenden und auf diese Weise die Atmosphäre stickstoffreicher zu machen. Es kann demnach nicht befremden, dass beim Braunkohlen- und Steinkohlenabbau die sogenannten „schlechten Wetter“ entstehen; sie können eben so gut durch die gebildete Kohlensäure, wie auch durch den restirenden Stickstoff der Atmosphäre bedingt werden. Wo der Stickstoff vorwaltet, heissen sie „böse Wetter“; ist dagegen der Procentgehalt der Kohlensäure bedeutender, so nennt man sie „matte Wetter“. In letzterer Zeit ist besonders die Absorptionsfähigkeit der Braunkohle für den atmosphärischen Sauerstoff und die Erzeugung einer stickstoffreichen Luft in der Umgebung der Braunkohlenhalden nachgewiesen worden.

In den Gruben der bituminösen Fossilen, speciell in den Kohlenbergwerken, kann der Stickstoff 80—86 Procent betragen; bei 84^0 löschen gewöhnlich die

Lampen aus und Schwindel und Taumel, welcher die Arbeiter befällt, ist für dieselben eine strenge Aufforderung, sich aus einer solchen Atmosphäre zu entfernen.

In Brunnen, die lange verschlossen gewesen sind, ist der Gehalt an Kohlensäure gewöhnlich grösser als der an Stickstoff; der Tod kann äusserst rasch eintreten, wenn man ohne alle Vorsichtsmassregeln solche Brunnen betritt. Es genügt nicht, durch Herablassen eines Lichtes sich davon zu überzeugen, ob dasselbe noch hinreichenden Sauerstoff zur Verbrennung findet, denn die gefährlichsten Zustände sind erfahrungsgemäss auch in den Fällen erfolgt, in denen das Licht noch eine kurze Zeit fortbrannte; es ist daher nothwendig, diese Prüfung nicht auf eine ganz kurze Zeit zu beschränken, sondern wenigstens 15 bis 20 Minuten darauf zu verwenden.

Die atmosphärische Luft.

Luft, Licht und Wärme stellen die Trias dar, welche im engen Bunde alles Leben auf der Erde bedingt. Die reine Luft ist ein fast stets gleichmässiges Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff; diese stellen die essentiellen Bestandtheile der Atmosphäre dar. Zu den durch chemische und physicalische Processe auf der Erde nothwendig bedingten Luftbestandtheilen gehören die Kohlensäure und der Wasserdampf.

Die **Kohlensäure** ist erst im Jahre 1774 durch den schwedischen Chemiker *Bergmann* nachgewiesen worden: dann stellte *Saussure* in den Jahren 1809 und 1827 zu Genf gründlichere Untersuchungen hierüber an und fand, dass in 10000 R.-Th. Luft durchschnittlich 4,15 G.-Th. Kohlensäure enthalten sind. Die grösste Menge davon betrug nach seinen Untersuchungen 5,74 G.-Th. und die geringste 3,15 G.-Th.

Mannigfaltige Verhältnisse haben jedoch Einfluss auf den grössern oder geringern Gehalt an Kohlensäure. Da die Pflanzen, um nur einige dieser Einflüsse hervorzuheben, bekanntlich während der Nacht Kohlensäure abgeben und zwar proportional dem verdunstenden Wasser, so könnte letztere anscheinend in einer pflanzenreichen Gegend auch des Nachts reichlicher als am Tage vorkommen. Ist der Boden aber feucht, so nimmt er die Kohlensäure begierig auf und bedingt dadurch wieder eine Verminderung der Kohlensäure der Luft, während die Kohlensäure des Bodens, wenn letzterer austrocknet, mit dem entweichenden Wasserdampfe in die Atmosphäre wieder zurücktritt. Das letztere Verhalten des Bodens findet nicht selten im März und in der Mitte September bis zur Mitte October statt, wo sich durchschnittlich der reichlichste Kohlensäuregehalt der Luft in unserm Klima findet.

Es muss, wenn man das Wasser als Träger der Kohlensäure betrachtet, die Luft nach eingetretenem Nebel oder Regen ärmer an Kohlensäure werden, im entgegengesetzten Falle wird nach Regenwetter bei eintretendem klarem Wetter und Erhöhung der Lufttemperatur die Kohlensäure entsprechend der Verdunstung zunehmen.

Dass die Bildung von Kohlensäure im Boden durch den Regen gefördert werden kann, ist insofern unzweifelhaft, als durch die Befeuchtung der humösen Stoffe der Verwesungsprocess wieder angeregt wird.

Inwiefern die Luft im Boden in die Wohnungen überzugehen und nachtheilig auf deren Insassen einzuwirken vermag, ist bis jetzt noch nicht durch verbürgte Thatsachen ermittelt worden, wenn man von den Fällen absieht, in welchen zufällig Leuchtgas, durch den Boden in Parterre-Wohnungen eingedrungen, Intoxicationen hervorgerufen hat. Die Processe der organischen Verbindungen im Boden sind noch nicht annähernd erforscht und erst mit dem Nachweise der Kohlensäure im Boden hat man die bezüglichen, immerhin sehr dankenswerthen Untersuchungen begonnen.[1])

Wie in der Luft so wirken auch im Boden unendlich viele und verschiedenartige Ursachen auf die Vermehrung oder Verminderung der Kohlensäure ein: jedoch erreicht erfahrungsgemäss die Vermehrung der atmosphärischen Kohlensäure nur ein bestimmtes und überall fast gleiches Maximum.

Nach den in Rostock[2]) vom 18. October 1868 bis 31. Juli 1871 angestellten Beobachtungen belief sich die Kohlensäure in 10000 Th. Luft im Mittel im Jahre 1868 auf 4,401 G.-Pr. oder 2,894 V.-Pr., im Jahre 1869 auf 4,375 G.-Pr. oder 2,866 V.-Pr., im Jahre 1870 auf 4,409 G.-Pr. oder 2,905 V.-Pr., im Jahre 1871 auf 4,58 G.-Pr. oder 3,012 V.-Pr.; das Maximum betrug am 23. October 1868 5,20 G.-Pr. oder 3,42 V.-Pr., das Minimum am 29. November 1868 3,43 G.-Pr. oder 2,25 V.-Pr.

Die Grenze dieser Schwankungen stimmt mit den von *Saussure*, *Boussingault* und *Levy* an den verschiedensten Orten der Welt gemachten Untersuchungen überein.

Auch in den höchsten Schichten der Atmosphäre findet sich Kohlensäure; in der Regel sind aber die niederen Schichten der Luft kohlensäurereicher als die höhern und zwar vermöge des höhern spec. Gew. der Kohlensäure.

Bei den unerschöpflichen Quellen der Kohlensäure, welche auf der Erde verbreitet sind, ist es eine der wunderbarsten Erscheinungen, dass sich die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes in bestimmten Grenzen bewegen und die Menge derselben nie einen extremen Grad erreicht. Es ist einleuchtend, dass der Einfluss der Pflanzenwelt und die Anziehung des Bodens von ganz gewaltiger Wirkung sind, um in dieser Beziehung stets das Gleichgewicht in der Atmosphäre wieder herzustellen, und was der Boden und die Pflanzen nicht aufnehmen, wird durch die bewegte Luft, die Winde, in weite Entfernungen übergeführt.

Der **Wassergehalt der Luft** ist ein Bestandtheil derselben, welcher für die Ernährung der Pflanzen und das Wohlbefinden der Thierwelt von grösstem Einflusse ist.

Das Wasser kommt in drei verschiedenen Zuständen in der Luft vor: 1) in Form von Dampf als unsichtbares Gas; 2) in Form von Nebelbläschen bei der Wolkenbildung und bei den eigentlichen Nebeln; 3) gleichsam als compactes, niedergeschlagenes Wasser in zwei verschiedenen Aggregatzuständen, als flüssiges Wasser, als Regen oder niederfallender Nebel, oder aber als Schnee und Hagel in krystallinischem Zustande.

Wir haben hier vorzugsweise dem in der Luft dampfförmig enthaltenen Wasser Rechnung zu tragen, wogegen bezüglich der anderen Zustände des Wassers auf die Meteorologie verwiesen werden muss. [3])

Auch der Wassergehalt der Luft unterliegt vielen Schwankungen. Die Ausdehnung der Wasserflächen, mit welchen die Luft in Berührung kommt, die Richtung der Winde, je nachdem sie grosse Wasserflächen bestrichen haben, sowie die Beschaffenheit des Bodens sind nur bezüglich der herrschenden Temperatur auf den Wassergehalt einwirkend und massgebend. Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser nimmt sie auf, weil sich der Sättigungspunct resp. die Sättigungsfähigkeit der Luft für den Wasserdampf mit der Zunahme der Temperatur steigert. So enthält die Luft im Zustande der Sättigung bei + 35° C. an Wasserdampf 26,5 Gran, bei + 25° 15,8 Gr., bei + 10° 6,8 Gr., bei + 0° 3,6 Gr., bei − 20° 0,89 Gr. (*August*). In heissen Gegenden ist deshalb der Wassergehalt der Luft im Allgemeinen viel bedeutender als in den gemässigten und in diesen wieder bedeutender als in den kalten. Bei allen klimatischen Erscheinungen steigert sich im Allgemeinen der Wassergehalt der Luft mit der zunehmenden Temperatur, also in unserm Klima gewöhnlich von Mai bis September; je mehr die Temperatur dann sinkt, desto mehr nimmt auch der Wassergehalt ab.

Die Luft enthält fast immer weniger Feuchtigkeit als sie aufzunehmen vermag, sie befindet sich fast nie im Sättigungszustande; man kann gewöhnlich nur erforschen, ob sie sich mehr oder weniger dem Sättigungspuncte nähert. Die Luft ist um so durchsichtiger, je mehr sie entsprechend der Temperatur den Sättigungspunct erreicht; sie gibt alsdann zu der Erscheinung Veranlassung, dass alle entfernten Gegenstände gleichsam näher rücken.

Wenn ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre vorhergegangen und dann eine Temperaturerniedrigung eingetreten ist, so wird der Wasserdampf als Nebel niedergeschlagen; er gibt zur Bildung von Wolken Veranlassung, und es entsteht trübes Wetter, bis schliesslich das Wasser als Regen der Erde zurückgegeben wird.

Der Regen hängt somit mit dem Sättigungspunct der Luft und der herrschenden Temperatur eng zusammen. Wird eine mit Feuchtigkeit bei einer bestimmten Temperatur gesättigte Luft auch nur um ein Minimum abgekühlt, so muss sich dieser Abkühlung entsprechend eine gewisse Wassermenge ausscheiden, welche sich in der erwähnten Regen- und Wolkenbildung kundgibt.

Man muss besonders den Unterschied zwischen absoluter und relativer Feuchtigkeit der Luft festhalten. Die absolute Feuchtigkeit, d. h. die auf 0° R. und 28 Zoll Barometerstand reducirte, steigt im Allgemeinen mit der zunehmenden und fällt mit der abnehmenden Temperatur; dagegen fällt die relative Feuchtigkeit der Luft, d. h. der der jedesmaligen Temperatur proportionale Feuchtigkeitsgehalt derselben, mit der zunehmenden und steigt mit der abnehmenden Temperatur. Die relative Feuchtigkeit verhält sich somit ganz entgegengesetzt dem absoluten Wassergehalte der Luft; da letztere in den kälteren Monaten dem Sättigungspunct

näher ist als in den wärmeren, so wird die Luft der kälteren Monate eine feuchte und die der wärmeren Monate eine trockne genannt, obgleich die Luft im Sommer reicher an Wasserdampf ist als im Winter.

Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit ist in sanitärer Beziehung wichtig; schon seit den ältesten Zeiten hat man hierzu hygroskopische Körper benutzt und bereits im Buch der Richter (Cap. 6, v. 37) findet sich eine Anleitung hierzu.

Der feuchten Luft steht die trockne gegenüber und es ist in sanitärer Beziehung wichtig, die Wirkung der verschiedenen Luftbeschaffenheit näher kennen zu lernen, wozu ausser dem Wassergehalte auch noch die verschiedenen Grade ihrer Ausdehnung und Compression gehören.

1) **Wirkung der feuchten Luft auf den thierischen Organismus.** Da hierbei ausser der Feuchtigkeit auch die Temperatur zu berücksichtigen ist, so muss man a) die feuchte und warme, b) die feuchte und kühle Luft unterscheiden.

a) **Eine mit Feuchtigkeit gesättigte und warme Luft** wird als schwül empfunden; da ihr das Vermögen fehlt, mehr Wasserdampf aufzunehmen, so scheidet sich die auf der Haut ausgetretene Feuchtigkeit tropfförmig ab und bildet den Schweiss. Unter diesen Verhältnissen kann bekanntlich eine Temperatur von 20° oft drückender und unangenehmer einwirken als eine Temperatur von 30° C. Man sagt: „Die Sonne sticht“, wenn die Sonne eine an Wasserdampf sehr reiche Atmosphäre, gleichsam eine compactere Luft antrifft, auf welche sie die Wärme übertragen kann.

Die feuchte und heisse Luft findet sich hauptsächlich in den Tropen und erzeugt neben dem erschöpfenden Schweisse eine Erschlaffung aller Functionen; die Krankheit, welche unter dem Namen: Hitzschlag, Heat-stroke oder auch Sonnenstich bekannt ist, entsteht vorzugsweise bei feuchter Hitze; sie ist kein Vorrecht der Tropen, sondern tritt unter begünstigenden Umständen auch in unserm Klima auf und wird namentlich bei Märschen oder anstrengenden Arbeiten im Sommer nicht selten beobachtet. Der Name „Sonnenstich“ ist insofern ein ungeeigneter, als die Krankheit auch im abgeschlossenen Raume, in grossen Versammlungslocalen und in manchen industriellen Etablissements vorkommen kann. Als Vorläufer der Krankheit zeigen sich häufig Schwindel, Kopfschmerzen, Durst, Athembeklemmung mit Hallucinationen und Illusionen. Ihr Wesen beruht in einer bedeutend gesteigerten Körpertemperatur, welche um so mehr zunimmt, je mehr die wässerige Secretion der Haut abnimmt; während des Lebens hat man in der Achselhöhle schon Temperaturen von 40—45° C. beobachtet.

Bei den Leichen fällt am meisten die Hyperämie und Hämorrhagie der emphysematösen Lungen auf; die Hyperämie kann sich bis zur Lungenapoplexie steigern. Flüssiges Blut erfüllt gewöhnlich das rechte Herz, während die Hyperämie in den Unterleibsorganen fehlen kann.

Versuche an Thieren ergaben, dass grössere Kaninchen eine Temperatur von 40° C. eine halbe Stunde lang ertrugen, während bei 43° C. der Tod nach 40 Minuten unter Convulsionen eintrat; Tauben starben bei 45° C. schon nach 15 Minuten und junge Meerschweinchen erlagen einer Temperatur von 55° C. binnen 16 Minuten.

1. Versuch. Ein grosses Kaninchen wurde in den grossen Glaskasten gebracht. Die Temperatur wird durch heisse Wasserdämpfe nach 3 M. auf 34° C gesteigert, wobei die Respiration sich beschleunigt. Nach 5 M. ist die Athmung bei 40° C. ganz oberflächlich und im höchsten Grade beschleunigt; nach 13 M. Seitenlage, nach 23 M. Ausfluss von Speichel, krampfhaftes Zucken in den hintern Extremitäten; nach 35 M. Herausnahme. Die Temperatur im Kasten betrug 40° C, die Körperwärme des herausgenommenen Kaninchens 42° C.; seine Augen prominiren, sind anfangs unempfindlich reagiren aber alsbald wieder; es bleibt in der Seitenlage liegen. Herzschlag und Respiration sehr beschleunigt, Nasenschleimhaut stark geröthet; nach 10 M. in eine sitzende Stellung gebracht, bleibt es in derselben; nach 16 M. geht es vorwärts, bleibt aber oft wie gelähmt stehen; die Ohren fühlen sich noch sehr heiss an; Temperatur in der Schenkelbeuge 35° C. Erst nach einer Stunde tritt eine bemerkbare Erholung ein.

2. Versuch. Eine ausgewachsene Taube sitzt im Glaskasten. Beim Einleiten der Dämpfe Unruhe, Kratzen am Kopfe, Blinzeln mit den Augen, Putzen der Augen auf den Flügeln. Temperatur der Dämpfe 30° C. Nach 3 M. Ausstrecken des Halses, Aufsperren des Schnabels, Flugversuche; nach 5 M. 45° C. Wärme; grosse Unruhe; nach 6 M. Temper. 46° C.: beständiges Taumeln, schlägt mit den Flügeln, fällt hin und richtet

sich wieder auf; bei angestrengter Respiration Aufsperren des Schnabels. Nach 8 M. fällt die Temperatur beim Nachlass der Zuleitung der Dämpfe auf 45° C. Die Taube bleibt kurze Zeit auf dem Bauche liegen: Eintritt von starken Convulsionen und Liegenbleiben mit stark zurückgezogenem Kopfe; dann Vibriren des ganzen Körpers. Nach 12 M. verlangsamte, aber sehr angestrengte Inspiration, nach 15 M. 45° C., tetanischer Krampf, 8 krampfhafte Inspirationen binnen $^1/_4$ M.; nach 17 M. Herausnahme des Thiers. Vollständige Asphyxie, Körpertemperatur 45° C., nach 3 M. sehr schwacher und immer mehr abnehmender Herzschlag, im Schlunde 40° C., nach 1 Stunde noch 32° C. unter den Flügeln. Tod nach 1 Stunde 15 Minuten.

Section 14 Stunden hernach. Gehirnhäute mässig injicirt; in der Umgebung der Med. oblong. etwas flüssiges Blut. Die Plex. ven. spin. mässig angefüllt. Das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea blutig infiltrirt; die Lungenvenen von normaler Farbe, beim Einschneiden fliesst dunkelrothes, flüssiges Blut aus. Die Schleimhaut der Bronchien und der Luftröhre kurz oberhalb ihrer Theilung rothbraun injicirt. Die rechte Herzhälfte strotzt von flüssigem und geronnenem Blute, die linke enthält nur wenig flüssiges Blut. Die dunkelbraune Leber ist blutreich; im serösen Blatte des Darmcanals eine starke Gefässinjection.

3. Versuch. Ein junges Meerschweinchen wurde in einen grossen Glasballon gebracht, dessen Boden mit feuchtem Sande bedeckt war; er stand in einer Schale mit Wasser, welches durch heisse Wasserdämpfe auf eine beliebige Temperatur gebracht werden konnte. Durch den den Glasballon nur lose verschliessenden Kork wurde das Thermometer eingeführt. Nach 5 M. Temperatur: 30° C. Grosse Unruhe des Thieres; nach 6 M. beschleunigt sich schon die Respiration; nach 10 M. bei 40° C. die grösste Unruhe, Hin- und Herrennen; nach 12 M. bei 45° C. unzählbare, ganz oberflächliche Respirationen. Nach 14 M. bei 50° C. ist die Nase feucht, die Augen thränen, vor Mattigkeit bleibt das Thier liegen. Nach 15 M. sind die hintern Extremitäten ausgestreckt und bewegungslos; gleich darauf bei 55° C. heftige, mit Tetanus wechselnde Convulsionen. Nach einigen krampfhaften Inspirationen erfolgt der Tod nach 16 M. Temperatur im Mastdarm 50° C.

Section sogleich. Die Gehirnhäute namentlich in der Umgebung des Kleinhirns injicirt. Die Plex venos. spin. sehr blutreich. Die rechte Herzhälfte mit geronnenem und flüssigem Blute angefüllt, die linke ist fast leer; auch in den grössern Blutgefässen, namentlich in den Ven. jugular., fand sich geronnenes und flüssiges Blut. Lungen dunkelbraun und sehr blutreich; an der Luft färbten sich nur die Ränder hellroth; das die Trachea umgebende Zellgewebe weich und blutreich, die Schleimhaut derselben schwach injicirt. Die Leber dunkelbraun und blutreich: Milz hellroth; Nieren sehr hyperämisch; die Harnblase mit klarem Urin gefüllt. Auffallend war die sofort nach dem Tode eintretende Leichenstarre; die linke Cornea zeigte eine geringe Opalisirung. [4])

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Steigerung der innern Körpertemperatur grosse Gefahr für das Leben bedingt; es würde aber zu weit führen, die hieran sich knüpfenden Folgerungen hier weiter zu erörtern; es sei daher nur noch hervorgehoben, dass der Hitzschlag um so eher eintritt, je weniger die Luft bewegt und je mehr sie mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Erfahrung hat auch bewiesen, dass bei Soldaten der Hitzschlag auf Märschen in geschlossenen Colonnen, in Hohlwegen, beim Aufenthalt in Zelten, in Schiffen u. s. w. weit eher sich zeigt, als beim Marschiren im Freien über weite Ebenen und in kleinen Colonnen, wo die stärker bewegte Luft der Perspiration, namentlich der wässerigen Ausdünstung nicht hemmend entgegentritt. [5])

Die heisse und feuchte Luft in der Industrie. Eine solche Luft findet sich meistens bei allen denjenigen Gewerben, bei denen frei auftretende Wasserdämpfe zur Anwendung kommen, z. B. in Decantiranstalten, bei der chemischen Reinigung der Bettfedern, beim Ausschmelzen des Talges durch Wasserdämpfe, bei der Leim- und Knochensiederei, in Salinen und verschiedenen chemischen Fabriken. In Färbereien und Waschanstalten ist die Temperatur gewöhnlich nicht hoch und steigert sich höchstens zu 30—35° C. Der Nachtheil ist hierbei um so geringer, je mehr den Arbeitern Gelegenheit gegeben wird, mit der Arbeit zu wechseln, oder je mehr die Ventilation eine Ausgleichung der innern Temperatur

mit der äussern ermöglicht. Wenn **Swift**[6]) in einer Waschanstalt Krankheitsfälle, die mit dem sogenannten „Sonnenstich" Aehnlichkeit hatten, beobachtet haben will, so müssen hier noch andere Umstände eingewirkt haben, da die dort herrschende Temperatur fast nie die Körperwärme übersteigt und also der für die Entstehung des Hitzschlags nothwendige Factor fehlt.

Sehr nachtheilig sind die Einwirkungen der Kohlenbergwerke, deren Temperatur sich bekanntlich mit der Tiefe steigert und nicht selten 30—38° C. beträgt, weshalb die Arbeiter meistens ohne Kleider arbeiten müssen. Mehr oder weniger vereinigen sich hier alle Nachtheile der feucht-heissen Tropenluft, nur mit dem Unterschiede, dass in den Bergwerken eine Einwirkung von aussen fast gar nicht stattfindet und deshalb die Temperatur-Verhältnisse viel constanter sind, indem die Luftwärme durch die Erdwärme bedingt wird. Ausser der Feuchtigkeit und Wärme der Luft kommen auch noch der grössere Kohlensäuregehalt, der Staub u. s. w. derselben hinzu, um die Lebensweise der Kohlengruben-Arbeiter zu einer der ungesundesten zu machen; eine nicht zu lange Arbeitszeit — höchstens 6 Stunden — muss daher als das Maximum betrachtet werden. Regelmässiger Wechsel der unterirdischen Arbeit mit Beschäftigung im Freien, Badeeinrichtungen für die Bethätigung der Hautfunction und passende Räume, welche ein Umkleiden beim Verlassen des Bergwerks gestatten, sind nothwendige Requisite und verhüten den Nachtheil des Aufenthalts unter der Erde, wenn eine regelmässige Lebensweise und namentlich eine Enthaltsamkeit in Spirituosis hinzutreten.

Eine therapeutische Benutzung der heissen und feuchten Luft findet beim Gebrauch der russischen Dampfbäder statt, deren Nutzen bei Arbeitern, welche wegen Staub, Schmutz u. s. w. auf eine Hautcultur ganz besonders angewiesen sind, nicht hoch genug anzuschlagen ist.

Man kann übrigens hier die interessante Beobachtung machen, dass der Durst im russischen Dampfbade in weit erhöhterm Grade als im römischen Bade, d. h. bei der heissen und mehr trocknen Luft, eintritt. Der Grund hiervon dürfte in der gehinderten Perspiration während des Verweilens in der heissen und feuchten Luft, sowie in der hieraus nothwendig entstehenden grössern innern Erhitzung liegen, wodurch das Verlangen nach Getränken bedingt wird, während in der heissen und mehr trocknen Luft des römischen Bades die reichliche wässerige Hautausdünstung zur Mässigung der grossen innern Erhitzung beiträgt. Ein zu langer Aufenthalt im russischen Dampfbade kann daher auch die Erscheinungen des Hitzschlags hervorrufen: geringere Grade desselben, welche sich grade wie in mit Menschen vollbesetzten Theatern vorzugsweise als Ohnmachtsanfälle documentiren, kommen gar nicht selten vor.

b) **Feuchte und kühle Luft** findet sich während der kälteren Jahreszeit vorzugsweise in Sumpfgegenden (s. Sumpf); in geschlossenen Räumen führt diese Luftbeschaffenheit leicht zur Schimmelbildung. Da die eingeschlossene Luft gewöhnlich wärmer ist als die Wandungen der Wohnräume, so entziehen letztere der sie berührenden Luftschicht Wärme und es wird deshalb im Verhältniss zur Wärmeabnahme Wasser in dieser Berührungsschicht ausgeschieden, welches sich auf der Oberfläche der Wandungen verdichtet und namentlich in der wärmern Jahreszeit leicht Schimmelbildung veranlasst.

Neue Häuser entwickeln, auch wenn sie ausgetrocknet zu sein scheinen, beim Bewohnen stets Feuchtigkeit, weil die ausgeathmete Kohlensäure auf den Mörtel in der Weise einwirkt, dass sich das Hydratwasser im Kalke des Mörtels ausscheidet, wenn sich die Kohlensäure mit dem Kalke verbunden hat. Es ist deshalb zweckmässig, dass alle neuen Häuser vor dem Bewohnen mit Kohlen- oder Koksfeuerungen geheizt werden, damit das Verbrennungsproduct, die Kohlensäure, auf eine zweckmässigere Weise denselben Erfolg erzielt. Neuerdings hat zwar *v. Pettenkofer* diese chemische Erklärung zurückgewiesen und die Wirkung des Kohlenfeuers nur auf die Wärme bezogen, indem er die Feuchtigkeit der Wände in Neubauten auf die Niederschläge

von Wasser aus der Luft auf die Wand zurückführt; indess dürfte dem Hydratwasser nicht jeder Antheil an dieser Erscheinung abzusprechen sein. Freilich muss die häufige Lüftung der Zimmer und die Austrocknung durch Wärme hinzukommen, um Neubauten vollständig trocken zu machen.[7])

Die Entscheidung der Frage, ob eine Wohnung trocken sei, ist sehr schwierig, da die Mittel zur Erforschung eines bestimmten Grades von Feuchtigkeit nicht ganz zuverlässig sind. Gewöhnlich bedient man sich hierzu chemischer Substanzen, welche den Wasserdampf der Luft begierig aufnehmen; zu diesen gehören: entwässertes Kupfersulfat, Schwefelsäure, bei 100° C. ausgetrocknete Sägespäne, Aetzkali oder Aetzkalk, namentlich aber bei 100° getrocknetes, nicht geschmolzenes, kalkfreies Chlorcalcium. Man wiegt von diesen bestimmte Mengen ab, leitet ein gewisses Quantum Luft mittels Aspiration darüber und prüft dann die Gewichtszunahme. Vorzuziehen ist es, eine Mörtelprobe auf ihr mechanisch gebundenes Wasser zu untersuchen; man muss aber an verschiedenen Stellen der Wand Proben entnehmen, sie sorgfältig zerkleinern, wiegen, bei 100° austrocknen und wiederum wiegen. Es dürften 4—5 Gewichtsprocent Wasser im Mörtel als die sanitär zulässige Grenze hierbei gelten.[8])

Feuchte Wohnungen sind meistens kühl und ihre Schädlichkeit besteht hauptsächlich in zwei Ursachen, erstlich in dem gestörten Austausch der Luft wegen der mit Wasser gefüllten Poren der Wände und zweitens in Störungen unserer Wärme-Oeconomie, weil kalte Wände unsere Wärmeabgabe durch Strahlung einseitig steigern und hierdurch weiterhin zu verschiedenen Erkältungskrankheiten Anlass geben können. Dazu kommt endlich noch, dass nasskalte Wände die Wärme besser leiten als trockne und auch die Producte der Respiration und Perspiration sich wegen der gestörten Ventilation mehr anhäufen und zu Gesundheitsstörungen beitragen. Die wichtigste sanitäre Bedingung bei Neubauten besteht daher in einer sorgfältigen Auswahl der Baumaterialien, welche die erforderliche Porosität besitzen und ein Verdunsten der Feuchtigkeit gestatten. Gebieten die localen Verhältnisse die Benutzung eines nicht austrocknenden oder undurchlässigen Materials, so kann man den Nachtheilen desselben oft durch die Herstellung eines Hohlraums zwischen der Giebel- und innern Mörtelwand vorbeugen; geschieht dies nicht, so bleibt die Wohnung stets feucht, weil das Wasser nicht verdunsten kann und sich auf der undurchlässigen Wand niederschlagen muss.

In vielen Städten, wie in Liverpool, London, Manchester, Prag und Lille, sind viele Arbeiter auf Kellerwohnungen angewiesen; im Jahre 1864 waren in Berlin 9,18 pCt. aller Einwohner Kellerbewohner.[9]) Die sanitären Erfordernisse, welche man an eine Kellerwohnung zu stellen hat, sind folgende:

1) In keiner Kellerwohnung darf es an Licht, Luft, Ventilation und Isolirschichten fehlen; sie sollten nur in solchen Häusern angelegt werden, die an einem freien Platze oder in Strassen liegen, deren Häuser bis zur Traufkante nicht höher sind als die Breite der Strassen beträgt.

2) Keine Kellerwohnung darf in einem Inundationsgebiete, welches das Aufsaugen der Flüssigkeit verhindert, liegen.

3) Der Fussboden muss wenigstens 0,9—1 Meter hoch über dem höchsten Stande des Grundwassers liegen und von der aufsteigenden Feuchtigkeit isolirt sein, was entweder durch stillstehende Luft (einen hohlen Boden) oder durch undurchlässige Substanzen (Asche, Kohlenkleie u. s. w.) bewerkstelligt wird, wenn man das Estrichen des Bodens nicht vorzieht. Ein betonirter Fussboden muss wenigstens 0,15 Meter dick sein, worauf erst das Balkenlager und die Dielung folgen darf.

4) Von grossem Vortheil ist die Anbringung von Hohlräumen in den Umfassungsmauern, um gleichzeitig Austrocknung und Ventilation zu bewirken.

5) Die Zimmer müssen nach der Zahl der Bewohner einen hinreichenden Umfang und eine Höhe von wenigstens 3 Meter haben.

6) Die Decke der Zimmer liege 0,9—1,3 Meter über dem Niveau der Strasse, damit die Fensterfläche wenigstens 0,7 Quadratmeter betrage, um eine vollständige Ventilation ermöglichen zu können. Die Schwierigkeit, welche schlecht angelegte Kellerwohnungen der Ventilation entgegenstellen, gehört zu den grössten Schattenseiten derselben. Fensterschachte sind sehr vortheilhaft, wenn dabei das Fenster an der äussern Seite auf Strassenhöhe angelegt wird, damit sich keine Unreinigkeiten im Schachte ansammeln können.

7) Im Winter muss eine passende Feuerstätte die Ventilation bewirken, welche ausserdem noch entweder durch die erwähnten Züge in den Umfassungsmauern oder auch durch Benutzung der übrigen Kamine im Souterrain benutzt wird.

8) Bruch- oder Basaltsteine dürfen nie zum Aufbau von Kellerwohnungen benutzt werden, weil sie stets feucht bleiben und solche Wohnungen zur Kategorie der Felsenkeller gehören würden.

9) Sand- oder Kiesboden oder sandiger Lehm bildet die beste Grundlage für Kellerwohnungen.

Werden die Kellerwohnungen nach diesen Regeln eingerichtet, so haben sie sogar entschiedene Vortheile vor den höheren Stockwerken, auf welche die Arbeiterclasse grosser Städte sonst noch angewiesen ist. Die Kellerwohnung ist im Sommer weniger heiss, im Winter weniger kalt als ein oberes Stockwerk: der Mittellose hat daher schon einen grossen Vortheil durch den geringern Verbrauch von Brennmaterialien, wenn er im Winter eine gute Kellerwohnung besitzt. Es ist eine durchaus falsche Ansicht, dass der Erdboden beständig Wärme entzieht, er schützt vielmehr vor einem raschen Temperaturwechsel: der tiefste Stand der Temperatur in einer Kellerwohnung liegt gewöhnlich nicht unter + 9°. Auch schützt die Kellerwohnung vor Ungeziefer, da namentlich die Wanze sich nie in unterirdischen Räumen aufhält. Bei Dachwohnungen findet sich in allen diesen Puncten das Gegentheil: wer sich von dem Ungemach derselben überzeugt hat, wird um so wärmer den guten Kellerwohnungen das Wort reden. Alle Nachtheile einer schlechten Kellerwohnung bieten die Kasematten gleichsam als überirdische Keller.[10])

In der **Industrie** kommt die feuchte und kühle Luft bei sehr vielen Beschäftigungen zur Geltung, namentlich beim Schlemmen und Reinigen der Erze, beim Wollwaschen, beim Spülen in kaltem Wasser überhaupt, beim Rauhen in Tuchfabriken, bei der Lohgerberei, bei der Leimfabrication, beim Reinigen der Caldaunen u. s. w. Es tritt hier häufig die Durchnässung der Kleidungsstücke hinzu, weshalb je nach der Art der Arbeit auf eine zweckmässige Bekleidung Bedacht zu nehmen ist. Hier muss die eigene Sorgfalt des Arbeiters das Richtige wählen, um sich vor bleibendem Schaden zu schützen.

2) **Die Wirkung der trocknen Luft auf den thierischen Organismus.** Auch hier hat man einen Unterschied zu statuiren, je nachdem die Trockenheit a) mit Hitze oder b) mit Kälte verbunden ist.

a) **Trockne und heisse Luft in der Industrie.** Es kommt dabei die leuchtende Wärme und die hohe Temperatur in geschlossenen Räumen zur Einwirkung. Die erstere wirkt stets einseitig und macht sich beim Heizen der Dampfkessel[11]), bei den Glasöfen, in den Gasfabriken, Koksbrennereien, bei metallurgischen Processen u. s. w. geltend. Ganz besonders setzt das Verarbeiten des glühenden Eisens, das Puddeln, die Arbeiter der strahlenden Hitze aus. *Marten*[12]) fand bei einer Lufttemperatur von 16—17° C. in einer Entfernung von 1½ Schritten vom Puddelofen + 51,2° C. und in einer Entfernung von 3 Schritten + 43—44° C. Sechs Schritte vom Ofen entfernt sank das Thermometer in 5 Minuten auf + 28° C.; an heissen Sommertagen soll die Hitze bis auf + 60° C. steigen. Die Puddler sind ununterbrochen ¼—½ Stunde dieser Gluth ausgesetzt und, wie die Schweisser und Walzer, mit leinenen oder wollenen Beinkleidern und gleichen Schweisskitteln bekleidet, welche sie nach zwölfstündiger Schicht mit Hemd und Jacke resp. Kittel vertauschen. An Hohöfen betrug bei derselben Luftwärme die Temperatur vor der Eintragöffnung + 53—54° C., fünf Schritte entfernt + 40° C. und am Aufzuge der Gicht + 32,5° C. Je niedriger die Lufttemperatur ist, desto grösser sind natürlich die Temperaturdifferenzen, welche bei ihrer plötzlichen Einwirkung nothwendigerweise Erkältungen bedingen, wenn auch die Macht der Gewöhnung hier mitspricht. Wechsel der Kleidung, Hautcultur durch häufige Bäder, unter Umständen auch Oeleinreibungen u. s. w. vermögen manchen Nachtheilen vorzubeugen.

Nach *Langham* stieg auf einer Fahrt an der Küste von Oberguinea bei Sierra Leone die Hitze auf dem Verdecke eines Tages auf 35° R. und am Schürloch des Dampfkessels auf 45° R. Ein Heizer stürzte zu Boden und starb binnen 43 Minuten; bei der Section fand sich im rechten Seitenventrikel und im mittleren Lappen der linken Hirnhemisphäre ein Blutextravasat.

Bekanntlich vermag auch die strahlende Sonnenhitze bei Arbeiten im Freien Gehirnkrankheiten und consecutive Geistesstörungen hervorzurufen, ein Krankheitszustand, der vom eigentlichen Hitzschlage wohl zu unterscheiden ist.

Trockne und heisse Luft in einem mehr oder weniger geschlossenen Raume findet sich in grossen Bäckereien, Kochanstalten, ebenso in Zucker-, Stärkemehl-, Dextrinfabriken, beim Trocknen der Formen zum Lehmguss in Eisengiessereien, beim Ausräumen grosser Destillirkessel, in den verschiedenen Trockenstuben u. s. w. Die trockne heisse Luft wirkt insofern nicht so nachtheilig wie die heisse und feuchte Luft ein, als die vermehrte wässerige Haut-

ausdünstung der zu starken Steigerung der innern Körpertemperatur stets mehr oder weniger entgegenwirkt. Edwards hat experimentell nachgewiesen, dass in trockner warmer Luft die Menge der durch die Haut ausgeschiedenen Flüssigkeit zehnmal grösser als in feuchter und warmer Luft ist. Auf die Dauer kann sich aber der Organismus lediglich durch das Uebermass der Ausdünstungen erschöpfen.

Bei Thierversuchen ist ein auffälliger Unterschied zwischen feuchter und heisser, sowie trockner und heisser Luft weniger zu constatiren, weil bekanntlich bei Kaninchen und Vögeln die tropfbar flüssige Secretion der Haut fehlt. Unter mehreren Versuchen sei nur der folgende erwähnt: Ein Kaninchen mittler Grösse wurde 15 Minuten lang einer trocknen Hitze von 40° C. und dann eben so lang einer solchen von 45° ausgesetzt. Bei seiner Herausnahme aus dem Glasballon liess sich im Mastdarm eine Temperatur von 45° C., dabei starke Verengerung der Pupillen nebst Schleimrasseln in den Bronchien bei oberflächlichen Inspirationen und sehr beschleunigtem Herzschlage nachweisen. Nach 17 M. noch 13 Inspir. binnen ¼ M.; die Application des Ferrum candens in der Nackengegend brachte keine Reaction mehr hervor. Unter progressiver Abnahme des Herzschlages trat der Tod nach einer Stunde ein; Leichenstarre zeigte sich sofort.

Nach den Versuchen von *Bernard* soll schon bei einer Temperatur von + 45° C. die Vitalität des Muskelgewebes und besonders die des Herzmuskels zerstört werden, kein Muskel reagire dann mehr auf mechanische oder elektrische Reizung, womit der oben erwähnte Versuch vollständig übereinstimmt. Das Muskelgewebe gehe in einen Zustand von Rigidität über, welcher sich gar nicht von der Leichenstarre unterscheide. Diese Erscheinung betrachtet er mit Bestimmtheit als das Resultat der Wirkung der Hitze auf den Muskelsaft, welcher bei + 45° C. coagulire. Sicher trat die Leichenstarre bei allen Versuchsthieren sofort nach dem Tode ein.

In der Industrie verdienen die extremen Hitzegrade mehr Beachtung, als ihnen bisher zu Theil geworden ist. Bei den Badewärtern in den römisch-irischen Bädern beobachtet man, dass sogar eine kurz dauernde Hitze von 50° C. keinen bleibenden Schaden bewirkt, wenn eine Abkühlung mittels kalter Douchen darauf folgen kann. Anders verhält es sich aber bei längerem Aufenthalt in geschlossenen Räumen mit heisser Luft. Es sind besonders die Trockenstuben in Zuckerfabriken und die sogenannten Gummirstuben in der Seidenmanufactur, welche auf die Dauer auch die kräftigste Constitution zerrütten. Wenn irgendwo ein geregelter Wechsel der Arbeit nothwendig erscheint, so ist es hier der Fall; Arbeiter, welche schon frühzeitig die nachtheiligen Folgen, Abmagerung, Schwäche u. s. w., zeigen, sollten ganz von dieser Beschäftigung ausgeschlossen bleiben. Hier würde die Beaufsichtigung Seitens verständiger Fabrikinspectoren ganz besonders am Platze sein. [13])

Luftheizung. Es ist hier der Ort, der Luftheizung zu erwähnen, welche in letzterer Zeit als Centralheizung immer mehr Eingang findet, nachdem die bezüglichen Einrichtungen sich zusehends vervollkommnet haben. Trotzdem kann man nicht in Abrede stellen, dass sich mit dieser Centralheizung eine erhöhte Wasserentziehung verbindet, die schon aus der in Bewegung gesetzten warmen Luft resultirt. Diese Thatsache gibt sich durch das Reissen der hölzernen Möbel hinreichend kund und bedingt auch eine vermehrte Abgabe von Wasserdampf durch Haut und Lungen. Man sucht diesem Uebelstande bekanntlich so viel als möglich dadurch vorzubeugen, dass man die warme Luft über eine Wasserfläche streichen lässt, ehe sie in die Wohnräume eintritt.

Centralheizapparate von *Reinhardt*, *Böhm*, *Heckmann* und *Kelling* werden neuerdings viel genannt

Der Apparat von **Böhm** eignet sich sehr gut für nicht zu grosse Verhältnisse. Hier verbreitet sich ein nicht sehr hoher ausgemauerter Feuerkasten etwas nach rechts und links. Links steht auf demselben ausserhalb der Mauerung ein etwa meterhohes Rohr, welches zur Aufnahme des Brennstoffs dient, der nach dem Füllprincip in dem Verhältniss, als er auf dem Roste verzehrt wird, nachrutscht. Rechts erhebt sich ein etwa 1,5 Meter hohes Rohr, in welchem das Feuer zunächst aufsteigt, um dann in zwei plattgedrückte Rohre einzutreten und darin getheilt niederzugehen; unten vereinigen sie

sich alsdann zu dem gemeinsamen Rauchrohr. Ueberall sind Reinigungsthüren angebracht und der Zutritt der Luft zum Brennstoff lässt sich gut reguliren.

Der **Heckmann**'sche Apparat wird in einer besondern gemauerten Kammer aufgestellt und von aussen geheizt. Er besteht aus drei Hauptheilen: 1) dem Feuerherd, welcher mit feuerfesten Steinen bekleidet ist, um ein Glühendwerden desselben zu verhindern; ein Wasserbehälter unter demselben dient als Aschenkasten; 2) der Wärmezerstreuer ist mit dem Feuerherd durch ein horizontales Rohr verbunden, welches wie alle Eisentheile durch eiserne Strahlen verstärkt ist. Der Wärmezerstreuer ist so construirt, dass er den Rauch- und Feuerstrom zertheilt und wieder zusammenzieht, um möglichst vielfache Flächen darzubieten, welche die Wärme an die äussere Luft abgeben. Er leitet schliesslich den Feuerstrom nach demjenigen Theile, welcher die Verbindung 3) mit dem aus Eisen construirten Rauchkamin vermittelt. Ein Theil des zum Rauchabzuge dienenden Apparates besteht aus Eisenblech, um sich den gegebenen baulichen Verhältnissen anzuschliessen.

Am untern Theile der Heizkammer (Calorifère) fliesst die kalte zu erwärmende Luft ein und trifft hier mit einem Theile des Wärmezerstreuers zusammen. Die Luft zieht durch die Wärmecanäle, welche auf der Höhe der Heizkammer abgehen, zu den betreffenden Räumen. Die Einströmung soll auf Kopfhöhe erfolgen; in den meisten Fällen liegt die Einströmungsöffnung kurz oberhalb des Bodens. Die erstere Einrichtung ist vorzuziehen, da hierbei kein Luftstrom bemerkbar wird. Die einströmende warme Luft steigt nach der Decke und senkt sich an den Wänden, wo sie abgekühlt wird, auf den Fussboden. In der Heizkammer befinden sich mit Wasser angefüllte Rinnen, die sich anfüllen und reinigen lassen und deren Wasserstand von aussen beobachtet wird.

Die in den Mauern liegenden Abzugscanäle verlaufen senkrecht und haben sowohl an der Decke als über dem Fussboden eine Eintrittsöffnung. Die erstere wird bei zu starker Hitze, namentlich bei Beleuchtung, oder auch im Sommer und Winter kurze Zeit des Morgens behufs rascher Ventilation benutzt. Im Dachraum münden die Abzugscanäle in einen Mantel aus, der durch den Rauchkamin des Apparates erwärmt wird.

Das neuerdings vom Ingenieur Kelling in Dresden eingeführte Central-Heizungssystem unterscheidet sich dadurch von den bisherigen Systemen, dass die erwärmte Luft in Kachelschlote strömt. Ein solcher Kachelschlot sieht wie ein mittelgrosser Ofen aus, der die Luft 1 Meter über dem Fussboden in die Wohnräume ausströmen lässt; sie kann auch vor dem Einströmen mit frischer Luft gemischt werden.

Für die Ableitung der verdorbenen Luft dienen auch hier verticale Ventilationscanäle in den Giebeln und Zwischenräumen, welche an der Decke (für den Sommer) und am Fussboden (für den Winter) eine Oeffnung haben, aber nach unten zu nach dem Souterrain verlaufen und hier mit Aspirationsschornsteinen in Verbindung stehen.

Luftheizungen eignen sich im Allgemeinen mehr zu Schulen und Krankenhäusern als zu Fabriklocalen, in denen die Dampfheizung als Centralheizung stets den Vorzug behalten wird.

b) Der **trocknen und kalten Luft** sind die Arbeiter während der kälteren Jahreszeit bei allen Beschäftigungen ausgesetzt, bei denen durch Feuerstätten erwärmte Locale nicht zulässig sind, z. B. in Dynamitfabriken und bei der Verfertigung anderer explosiver oder feuergefährlicher Substanzen, obgleich gegenwärtig durch die Warmwasserheizung ohne alle Gefahr für die Erwärmung der Arbeitsräume gesorgt werden kann.

Höhere Kältegrade, Frostkälte, werden in der Industrie künstlich zur Erzielung besonderer Zwecke hervorgerufen. Kälte wird erzeugt: 1) durch Auflösung oder Verflüssigung fester Körper (Salze), 2) durch Verdampfung einer flüchtigen Flüssigkeit, 3) durch Ausdehnung stark comprimirter Gase.

ad 1) Die bekannteste Mischung besteht aus 3 Th. Eis und 1 Th. Kochsalz, deren sich namentlich die Conditoren zur Bereitung des Fruchteises bedienen. Die Salzgemenge bestehen aus 2 Th. Ammoniumnitrat, 1 Th. Salmiak und 3 Th. Wasser, oder aus 3 Th. Salmiak, 2 Th. Salpeter, 4 Th. kryst. Glaubersalz und 9 Th. Wasser.

Zu einem Gefrierapparate gehört in der Regel ein Zinntopf, welcher die Crêmes aufnimmt, und ein grösseres Gefäss von Holz oder verzinntem Kupfer; der Zwischenraum wird mit der Kältemischung ausgefüllt, die fortwährend gerührt werden muss, damit Salz und Eis sich innig berühren und ersteres sich nicht senkt, weil sonst seine Einwirkung auf das Eis aufgehoben wird. Neuerdings sind besondere Apparate für Eisbereitung construirt worden. Bei der Unsicherheit über den Procentsatz der Zinnlegirung ist es immer rathsam, Zinngeschirre für die Aufnahme der Crêmes oder Syrupe zu vermeiden, wenn auch die schon öfter vorgekommenen Vergiftungen durch Vanilleeis mehr auf eine verdorbene Vanille als auf eine metallische Vergiftung hinweisen; jedoch ist letztere, wenn schlechte, bleihaltige Zinngefässe verwendet worden sind, nicht ausgeschlossen. Man hat auch Vergiftungen nach dem Genuss von Fruchteis beobachtet.[14])

ad 2) Um Kälte durch freiwillige Verdampfung zu erzeugen, gebraucht man Aether, namentlich Methyläther. Es gibt besondere Aethermaschinen nach *Perkins*, *Harrison*, *Siebe* und Andern; den Methyläther hat *Tellier* in Paris eingeführt. Ausserdem ist die Kohlensäure behufs Kälteerzeugung vorgeschlagen worden. Bekannter ist die Ammoniakmaschine von *Carré*; die Luftpumpen-Schwefelsäuremaschine bezweckt ursprünglich nur die Herstellung der sogen. Carafe frappée, d. h. die Kühlung des Trinkwassers durch Eis.

ad 3) Die Kälte durch Expansion eignet sich mehr für industrielle Zwecke. Die Luft wird durch wiederholtes Comprimiren bis zu einer Dichtigkeit von etwa 2½ Atmosphären gebracht, wobei sie sich auf ungefähr 120 Grad Wärme erhitzt. Diese heisse Luft wird durch ein in einem Kühlgefäss liegendes Schlangenrohr gepresst, wo ihr 100 Grad von ihrer Wärme genommen werden, so dass sie auf 20 Grad abgekühlt wird. Lässt man nun diese Luft sich wieder bis zu ihrer frühern gewöhnlichen Atmosphärenspannung ausdehnen, so fehlen ihr die durch das Wasser genommenen 100 Grad Wärme; da sie vorhin 20 Grad Wärme gehabt hat und davon 100 Grad abgibt, so entstehen 80 Grad Kälte. In Wirklichkeit entstehen gewöhnlich 40—50 Grad Kälte, da immer Einiges von der Kälte verloren geht.

Eine Dampfmaschine bewegt fortwährend den Kolben einer Compressionspumpe und presst die bis zu dem gewünschten Grade zusammengepresste Luft durch das Schlangenrohr in dem Kühlfass und weiter bis zu dem Expansionscylinder, wo die Luft sich frei ausdehnend die niedrige Temperatur erhält.

Man kann nun die kalte Luft direct zur Abkühlung grosser Räume, wie z. B. von Versammlungssälen, Theatern, grossen Hospitälern, Schiffscajüten, Heizerständen, namentlich Bierkellern etc. benutzen, indem man den kalten Luftstrom einfach sich dort hinein ergiessen lässt. Auf diese Weise würde auch das beste Mittel zur Conservation von Fleisch, zur Abkühlung von Getreidevorräthen, um deren Selbsterwärmung zu verhüten, zur Kühlhaltung von Brennereien, Stearin- und Paraffinfabriken geliefert werden. Bezüglich der Ventilation hat eine solche Luft noch den grossen Vortheil, dass sie vollständig frei von schädlichen organischen Beimengungen ist.

Lässt man den kalten Luftstrom in einen geeignet construirten Gefrier-Apparat, in den fortwährend Wasser einfliesst, strömen, so kann er auch zur Eiserzeugung benutzt werden, obgleich das hierdurch producirte Eis weniger cohärent als das natürliche ist. Der grösste Vortheil ist aber schon durch die beliebige Erzeugung einer kalten Luft geboten und werden die technischen Verdienste, welche sich in dieser Richtung *Franz Windhausen* erworben hat, immer mehr Anerkennung finden.[15])

Einwirkung der Kälte auf Getränke. Gefrorenes Bier lässt alle stickstoffhaltigen Substanzen fallen und ist deshalb der Nachgährung weniger unterworfen; das sogen. Eisbier ist in manchen Gegenden ein beliebtes Getränk, da ein Theil seines Wassers durch den Frost ausgeschieden worden ist. Wird frisch gekelterter Most einem so hohen Kältegrade ausgesetzt, dass er theilweise gefriert, so kann man den flüssig gebliebenen und abgegossenen Theil monatelang aufbewahren, ohne dass er in Gährung übergeht, weil die stickstoffhaltige, Fermente bildende Substanz durch den Frost zur Coagulation und Ausscheidung gebracht worden ist.

Einwirkung des Frostes auf Pflanzen. Bei den lebenden Pflanzen werden die verschiedenen Säfte durch den Frost untereinander gemischt, welche beim Aufthauen durch das Zurückbleiben der fermentbildenden Substanz alsdann um so schneller der Zersetzung unterliegen. Durch den Frost verderben Knollengewächse, wie die Kartoffeln; Früchte wie Aepfel und Birnen gehen bekanntlich nach dem Aufthauen sehr rasch in Fäulniss und Gährung über. Bei gefrornen und wieder aufgethauten Früchten findet man fast alle Producte, die auch entstehen, wenn man die betreffenden frischen Früchte zu einer Emulsion verreibt und sie alsdann einige Zeit sich selbst überlässt.

Unter Umständen kann ein und dieselbe Pflanze bei einem höhern oder niedern Kältegrade erfrieren, je nachdem ihr Saft concentrirter oder verdünnter ist. Die An-

sicht, dass Pflanzen mit speckigen Blättern dem Froste leichter erliegen, ist eine irrige; es gibt z. B. Sedumarten, welche den höchsten Kältegrad ertragen können; auch einige Cacteen können einer Kälte von 10° widerstehen.

Ein rascher Temperaturwechsel schädigt die Pflanzen ebenso gut wie die Thiere werden gefrorne Kartoffeln oder Aepfel rasch in eine warme Luft gebracht, so unterliegen sie allen schädlichen Folgen des Frostes, während sie durch allmähliges Aufthauen bisweilen wieder geniessbar werden können.

Sind stärkemehlhaltige Früchte, Knollen, z. B. Kartoffeln, durch und durch gefroren, so enthalten sie einen nicht unerheblichen Zuckergehalt, sogenannten gestaltlosen Zucker, während pectinhaltige Früchte, z. B. Rüben, Aepfel u. s. w., nach dem Froste Pectinsäure enthalten.

3) **Verdünnte Luft.** In manchen Verhältnissen des Lebens tritt die Frage über die Wirkung der ausgedehnten oder comprimirten Luft an uns heran. Die Luft auf Berghöhen ist arm an Kohlensäure und Wasserdampf und, weil sie verdünnter ist, auch relativ ärmer an Sauerstoff. Die Respirationsorgane müssen deshalb auf Berghöhen zu grösserer Thätigkeit angeregt werden, um durch vermehrte Athemzüge den für die Existenz des Organismus nothwendigen Sauerstoff aufzunehmen, weshalb man in neuerer Zeit die Einwirkung der Höhenluft in vielen Fällen als eine Gymnastik der Respirationsorgane betrachtet. Bergbewohner zeichnen sich häufig durch einen breiten Brustkorb, kräftige Lungen, feste Muskeln und geringe Fettablagerung aus; sie bedürfen weniger Nahrung, repräsentiren gleichsam im Gegensatze zu den Thalbewohnern eine mehr arterielle Constitution.

Der verminderte Luftdruck äussert schon auf einer Höhe von 1550 bis 1900 Meter seine Wirkung; bei einer Höhe von 5300 Meter ist die Luft um die Hälfte verdünnt. Hier findet sich die Grenze der von Menschen bewohnbaren Bergeshöhen und zwar bei einem Barometerstande von 190 Mm.

Die Folgen des verminderten Luftdruckes sind: eine reichlichere Verdunstung von Wasser durch Haut und Lungen, daher Verminderung der Harnsecretion, der Temperatur des Körpers, eine beschleunigte Respiration und ein frequenter Puls wegen des angeregten Respirationsprocesses, vermehrter Blutandrang nach der Peripherie des Körpers und Ausdehnung der im Blute enthaltenen Gase, weshalb nicht selten Erweiterung und schliesslich Zerreissung der Blutgefässe oder ein Durchpressen des Blutes auf die Mund-, Nasen-, Augen-, Ohren- und Lungenschleimhaut erfolgt, ferner das Gefühl von grosser Ermüdung. Die *Weber*'sche Theorie, dass durch den verminderten Luftdruck die correspondirenden Gelenkflächen nicht mehr hinreichend aneinandergepresst werden und deshalb Ermüdung entstehe, ist durch *Ed. Rose* erschüttert worden.[16])

Die grosse Ermüdung und Abspannung wird als ein Hauptsymptom der sogen. Bergkrankheit betrachtet, welche sich ausserdem noch durch Kopfweh, Athembeklemmung, Appetitmangel und grosse Niedergeschlagenheit charakterisirt. Die Bewohner der Hochebenen in den Andenketten auf einer Höhe von 2600–4050 Meter beweisen übrigens, dass frühzeitige Gewöhnung selbst die Nachtheile eines verminderten Luftdrucks ausgleicht.[17])

Die Ermüdung auf Berghöhen soll sich von der durch körperliche Anstrengung entstandenen dadurch unterscheiden, dass sie nach kurzer Ruhe wieder verschwindet. Sie wird auch von Luftschiffern in bedeutender Höhe empfunden, bei denen die genannten Erscheinungen sich überhaupt um so rascher und intensiver zeigen werden, je schneller sie aus einer dichten Atmosphäre in eine sehr verdünnte versetzt werden. Sogar fieberhafte Regungen (Bergfieber) befallen bisweilen Menschen, welche aus Niederungen auf Berge ziehen, obgleich man bei allen diesen Krankheitszuständen auch noch andere ätiologische Momente, wie Wärme und Kälte, Ruhe oder Bewegung der Luft, Wassergehalt und elektrisches Verhalten derselben berücksichtigen muss.[18])

In neuerer Zeit hat *Bert* verschiedene Thiere dem Einfluss bald plötzlicher, bald allmähliger Luftverdünnung ausgesetzt und sowohl den Luftdruck, bei dem das Thier starb, als auch die Zusammensetzung der verdünnten Luft im Augenblick des Absterbens der Thiere bestimmt. Das Resultat stimmt mit den bisherigen Erfahrungen über den Einfluss des verminderten Luftdrucks überein. Er fand, dass die Thiere bei einer plötzlichen Erniedrigung des Luftdrucks auf 18—15 Ctm. Quecksilber starben und zwar gleich schnell, ob die Luft erneuert wurde oder nicht. Bei einer allmähligen Verminderung des Luftdruckes und gleichzeitiger Erneuerung der Luft ist es bei genügender Vorsicht möglich, dass die Thiere selbst unter sehr niedrigem Luftdrucke noch eine längere Zeit leben.[19])

Die Luftschiffer pflegen mit Sauerstoff gefüllte Ballons mitzuführen, von dem sie Gebrauch machen, wenn die Wirkung der zu sehr verdünnten Luft eintritt.[20])

4) **Comprimirte Luft.** Der vermehrte Luftdruck wird wie der verminderte Luftdruck sowohl in physicalischer als auch in chemischer Beziehung seine Wirkung

äussern. Die nächste Wirkung davon ist Verminderung der Hautausdünstung und Lungenaushauchung, Zunahme der Lungencapacität und Verdrängen des Blutes von der Peripherie zum Centrum; dabei stellt sich bisweilen eine vermehrte Thätigkeit der Nieren ein.

Die comprimirte Luft dringt in alle Höhlen, selbst in die Tub. Eustach. ein, allmählig stellt sich aber das Gleichgewicht zwischen innerem und äusserem Drucke wieder her; widerstehen die zarten Blutgefässe diesem Drucke nicht, so können sie zerreissen.[21])

Die chemische Einwirkung des vermehrten Luftdruckes besteht vorzüglich in der vermehrten Sauerstoffzufuhr bei einem verminderten Luft-Volumen. Die nächste Folge davon ist Verlangsamung des Pulses und der Respiration; mit jedem Athemzuge erfolgt anfangs ein stärkerer Gasaustausch, demnach auch eine vollständigere Ausscheidung der Kohlensäure, bis sich späterhin die Kohlensäureausscheidung wieder relativ zur Luftdichtigkeit vermindert, d. h. accommodirt.

Ein gesunder Mensch macht durchschnittlich 20 Respirationen in der Minute und nimmt bei jedem Athemzuge 30 K.-Z Luft auf; kann die Lunge wegen Krankheit nur 20 K.-Z. aufnehmen, so muss sich die Zahl der Respirationen um 30 vermehren. Wird nun dem Kranken eine Luft geboten, welche z. B. um $^1/_3$ Atmosphäre verdichtet ist, so enthalten 20 K.-Z. dieselbe Quantität Sauerstoff wie 30 K.-Z der gewöhnlichen Luft; die kranke Lunge braucht daher in solcher Luft nur 20 Respirationen zu machen.

Hierdurch wird das physiologische Gesetz nur bestätigt, dass der Mensch stets gleich viel, d. h. so viel Sauerstoff aufnimmt, als er grade bedarf und deshalb die Anzahl der Athemzüge der vorhandenen Sauerstoffmenge accommodirt. Ein gesunder Mensch muss daher in comprimirter Luft weniger tief und langsamer athmen.*)

In industrieller und sanitärer Beziehung ist die Beschäftigung der Arbeiter in comprimirter Luft bei Berg- und Brückenbau hervorzuheben.

In Frankreich wurden 1839 die ersten Versuche dieser Art gemacht. Vielfältig hat man dazu glockenförmige Apparate (Cylinder) benutzt, in welche die Arbeiter hineinstiegen, während der wieder geschlossene Apparat in's Wasser gelassen und mittels einer Luftpumpe beständig so lange mit Luft gespeist wurde, bis alles Wasser aus dem Cylinder entfernt worden.

Die gegenwärtigen Apparate bestehen 1) aus der Luftschleuse, die sich über dem Wasser befindet, aus Eisenblech construirt und mit Ventilen und Thüren versehen ist. Auf dem Boden führt eine Thür 2) in den cylinderförmigen Steigeschacht; derselbe liegt im Wasser und wird mittels eines Rohrs (der Luftröhre), welches mit einer durch Dampf getriebenen Luftdruckpumpe in Verbindung steht, beständig mit Luft angefüllt. In dem Grade, als dieses geschieht, fliesst das Wasser seitlich aus demselben aus. Sobald dies stattgefunden hat, senkt sich 3) die Luftkammer oder Glocke, die Fortsetzung des Steigeschachts, wie ein Brunnenkranz auf den Grund des Wassers; die Arbeiter steigen hinab und beginnen ihre Arbeit. In der Luftschleusse bleiben Arbeiter als Handlanger zurück; damit diese sich zeitweilig mit den Arbeitern in der Luftkammer in Verbindung setzen können, werden bestimmte Ventile geöffnet, welche das Aus- und Eintreten der comprimirten Luft gestatten und dadurch das Oeffnen und Verschliessen der Thüren ermöglichen.

Durch das fortwährende Zupumpen neuer atmosphärischer Luft soll die im Cylinder sich befindliche und von der Respiration oder Beleuchtung herrührende Kohlensäure verdrängt und verdünnt, sowie gleichzeitig hinreichender Sauerstoff zugeführt werden. Ein ausreichender Luftwechsel findet aber selten statt, da die Erfahrung zeigt, dass die Arbeiter nicht selten in Folge des eingeathmeten

*) Wenn Sperlinge bei einem Luftdruck von 20 Atmosphären sterben, so schreibt *Bert* den Tod der giftigen Wirkung des Sauerstoffs und nicht dem Drucke als solchem zu. Bei sehr niedrigem Drucke trete Erstickung aus Sauerstoffmangel, bei sehr hohem Drucke Vergiftung ein.

Russes, welchen die Beleuchtung absetzt, an Schwarzspucken leiden; eine zweckmässige und gute Beleuchtung ist daher ein Haupterforderniss.

Folgende Symptome hat man bei den betreffenden Arbeitern wahrgenommen:

1) Ohrenschmerzen, welche am häufigsten in Folge des eingedrückten Trommelfells entstehen und am besten durch Schneuzen und häufiges Niederschlucken des Speichels gelindert werden, indem dadurch die Luft in die Tub. Eust. getrieben und ein Gegendruck gegen die von aussen drückende Luft ausgeübt wird.

Magnus[22]) beobachtete diese Symptome bei einzelnen Personen schon bei $\frac{1}{3}$ Atmosphärendruck und bei anderen erst bei 2 Atmosphärendruck und mehr. Das schmerzhafte Trommelfell zeigt eine fast gleichmässige Röthe, die bei den höhern Graden des Druckes in Scharlachröthe übergeht.

Ein Kranker, welcher kein Trommelfell hatte, fühlte nicht den geringsten Schmerz. Wenn eine mechanische Verstopfung oder organische Verschliessung der Tub. Eustach. vorhanden ist oder der oben beschriebene *Valsalva*'sche Schluckversuch aus Ungeschicklichkeit nicht gelingt, so kann Zerreissung des Trommelfells herbeigeführt werden.

2) Abstumpfung des Gehörs, Geruchs- und Tastsinns. Namentlich hört man schlechter und selbst die eigene Stimme erscheint uns dumpf, weil sich die Schallwellen in einer comprimirten Luft nicht so leicht bewegen und fortpflanzen.

3) Scheinbar vermehrtes Schwitzen. Die auf der Haut sich ausscheidende Flüssigkeit besitzt nicht das Vermögen, bei dem hohen Luftdruck und dem starken Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft zu verdunsten: sie muss sich in Tropfenform auf der äussern Haut ansammeln und abfliessen. Hierdurch unterscheidet sich die Wirkung der comprimirten Luft in der Taucherglocke wesentlich von der im pneumatischen Apparat, weil erstere mehr eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft repräsentirt. Auch ist die Temperatur im Innern der Apparate stets höher als im Freien; sie kann dort 27 °C. betragen, wenn das Thermometer im Freien nur 17° C. zeigt.

4) Verlangsamung der Respiration bei geringerer Ausdehnung des Brustkastens. Es ist erwähnt worden, dass der Mensch in einer comprimirten und deshalb compacteren Luft nur einer geringern Anzahl von Athemzügen und einer geringern Ausdehnung des Brustkastens bedarf, um die zu seinem Leben nothwendige Sauerstoffmenge zu erhalten.

Bezüglich der ausgeathmeten Kohlensäure muss sich anfangs eine Verminderung derselben ergeben, da das Blut unter einem erhöhten Druck auch eine grössere Menge von Kohlensäure gebunden hält. Erst nachdem ein vollständiges Gleichgewicht zwischen den im Körper enthaltenen Gasen und der äussern Atmosphäre eingetreten ist, wird sich scheinbar eine Vermehrung der ausgeathmeten Kohlensäure zeigen, welche aber nur proportional dem eingeathmeten Sauerstoff ist. Sobald der Druck nachlässt, sobald also ein geringerer Druck auf dem Blute und dessen Gasen lastet, werden sich äqual dieser Druckverminderung die gleichsam durch den höhern Druck gefesselten Gase entwickeln. Es wird also scheinbar eine grössere Kohlensäureausscheidung stattfinden, indem das Plus von Kohlensäure schon früher vorhanden war.

Bei einem plötzlichen Wechsel resp. Aufheben des äussern Druckes kann ein Zerreissen der Lungenzellen oder Blutgefässe durch die momentane Expansion eintreten. Bei organischen Herzfehlern will man sogar schon Berstung des Herzens beobachtet haben.

5) Verlangsamung des Pulses. Er fällt nicht selten auf 55 Schläge in der Minute.

6) Langsamere Muskelbewegungen. Meistens fühlt man sich nur in der ruhigen Lage erleichtert. Bewegung veranlasst bei den meisten Personen Athembeschwerden und Ermüdung, so dass Gehen, Steigen und selbst das Sprechen bei steifer Zunge schwer fallen; bisweilen tritt Stottern ein. Wenn *François*[23]) bei den Arbeitern eine leichtere Beweglichkeit beobachtet hat, so konnte diese Wirkung nur in der individuellen Constitution begründet sein.

7) Steigerung des Appetits in der ersten Periode der Pression; späterhin nimmt er bei den meisten Arbeitern ab. Ueberhaupt ist der Stoffwechsel nur anfangs vermehrt, so lange die comprimirte Luft als ein neuer und fremder Reiz auf den Organismus einwirkt und ein vollständiges Gleichgewicht noch nicht stattgefunden hat.

8) Die Reizung der Augen und der Husten mit schwärzlichem Auswurf, sowie der schwarze Anflug an der Nase. Diese Symptome werden nur durch die Verbrennungsproducte des Beleuchtungsmaterials hervorgerufen; Kerzen mit Baumwollendocht geben besonders einen belästigenden Rauch und brennen bei 3 Atmosphärendruck schon binnen 15 Minuten ab. Petroleumlampen sind vorzuziehen, weil der Kohlenstoff vollständiger verbrennt und keinen Russ bildet; am besten ist das elektrische Licht.

9) Die Luft im Apparat wird sehr verschlechtert, wenn man sich beim Sprengen

von Felsen der Schwefelfäden zum Anzünden des Pulvers bedient, deren Verbrennungsproduct, die schweflige Säure, sich dann noch mit ihrem nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter geltend macht. Man darf zur Zündung sich nur des Galvanismus bedienen.

Zufälle nach der Entschleussung. Wenn die Arbeiter den Apparat zu rasch verlassen, können folgende ernste Zufälle eintreten:

1) Nasen-, Ohren- und Lungenblutungen, weil, wie schon erwähnt worden, durch die Differenz des innern und äussern Luftdrucks zarte Blutgefässe zerreissen können, wenn die Lungenluft sich momentan um Vieles wieder ausdehnt und nicht augenblicklich den gewöhnlichen Ausweg finden kann.

2) Ohrensausen und Ohrenschmerzen treten wie anfangs ein, wobei man das Gefühl hat, als ob die Luft aus dem innern Gaumen nach dem Ohre dränge; das Trommelfell wird dabei nach aussen gedrängt.

3) Brustbeklemmung mit frequentem Pulse. Die Blutwallungen zu den Lungen und zum Gehirn können so heftig werden, dass ein bewusstloses Hinstürzen erfolgt. Es kann Apoplexie entstehen oder es bildet sich eine Symptomengruppe aus, welche mit der beim Hitzschlag (Sonnenstich) geschilderten grosse Aehnlichkeit hat. Auch die Sectionsresultate in einem concreten Todesfalle stimmen in mehreren Puncten mit dem Leichenbefunde beim Hitzschlag überein[24]). Es fanden sich Hyperämie der Hirnhäute, eine starke Anschoppung der Lungen bei geringer Crepitation an der Basis derselben, das Herz mit flüssigem schwarzem Blute angefüllt, Hyperämie der Nieren, Leber, Milz und des Magens und eine contrahirte Urinblase. Das Blut war dunkel, was aus dem beeinträchtigten Austausch der Respirationsproducte resultirt; es röthete sich dagegen das aus der Ader gelassene Blut sehr schnell an der Luft, weil es, unter erhöhtem Drucke mit Kohlensäure geschwängert, diese nun bei vermindertem Drucke um so leichter wieder fahren liess.

4) Ein lästiges Hautjucken, von den Franzosen „Puces“ genannt.

5) Frostgefühl in Folge des stattgefundenen starken Schwitzens.

6) Heftige Muskelschmerzen in den Armen, Schultern und am Thorax, Erscheinungen, welche sich ebenfalls auf die Differenz zwischen dem äussern und innern Drucke resp. auf die Ausdehnung der Gase in den Muskeln zurückführen lassen. So beobachtete *François* bei einem Arbeiter eine bedeutende und schmerzhafte Anschwellung der linken Regio mammaria, welche dem vollen Busen einer Frau glich und durch die Application von ein paar blutigen Schröpfköpfen rasch gehoben wurde. Nachkrankheiten bestehen bisweilen in Taubheit, Otitis, Bronchitis, grosser Schwäche, bedeutender Abmagerung, Zurückhaltung des Urins und Paresis; letztere beruht wahrscheinlich in passiven Congestionen im Gebiete der Plex. venos. spinal. Die Abmagerung ist wegen der bedeutenden Oxydation der Kohlehydrate und der profusen Hautausscheidung bei längerem Aufenthalte in comprimirter Luft erklärlich.

Nach den bisherigen Erfahrungen über die Arbeiter in comprimirter Luft ergibt sich in sanitärer Beziehung Folgendes:

1) Ein 4¼ Atmosphärendruck ist das Maximum, welches noch ertragen wird, wenigstens besser als ein entsprechender Luftverdünnungsgrad.

2) Beim Verlassen des Apparates ist die grösste Vorsicht zu beobachten. Die Entschleussung muss zur Verhütung gefährlicher Zufälle nur allmählig erfolgen, so dass keine plötzliche Ausgleichung in der Differenz des Luftdrucks eintritt, was um so gefährlicher ist, je höher der Atmosphärendruck gewesen ist. Unter Umständen, namentlich beim Eintritt einer tiefen Ohnmacht, muss der Arbeiter in den Apparat zurückgebracht werden, um unter der Einwirkung der von Neuem und allmählig comprimirten Luft sich zu erholen.[25])

3) Ein Lebensalter zwischen 18—35 Jahren verträgt die Arbeit am besten; dieses soll auch bei der sogenannten lymphatischen, venösen und scrophulösen Constitution der Fall sein.

4) Leute mit chronischen Herz- und Lungenkrankheiten oder mit grosser Neigung zu Congestionen oder Hämorrhagien vertragen die Arbeit schlecht. Auch die erethische, mit häufiger Hämoptoe verbundene Form von Lungentuberculose passt nicht für einen längern Aufenthalt in comprimirter Luft, während die torpide Form derselben sich mehr dafür eignet. Zu dieser Form wird auch der Fall gehören, welcher einen Arbeiter betraf, der nach der Beobachtung von *Foley* [26]) mit einer grossen Vomica behaftet war, nach einer zweimonatlichen Arbeit in comprimirter Luft ein gutes Aussehen bekam und kräftig wurde. Sonst liefert das Stadium der Erweichung bei der Lungentuberculose im Allgemeinen eine Contraindication für den Aufenthalt in comprimirter Luft.

5) Vor dem Eintritt in den Apparat müssen sich die Arbeiter mit warmen resp. dicken Kleidern versehen, um sie nachher vor der Entschleussung sogleich anziehen zu können.

6) Nach der Entschleussung sind Frottirungen der Haut und körperliche Bewegungen sehr zweckmässig, um die peripheren Blutgefässe zu entlasten.

7) Arbeiter, welche während der Arbeit beunruhigende Symptome dargeboten haben, dürfen dieselbe nicht wieder aufnehmen.

8) Gegen das Hautjucken nützen am besten kalte Waschungen, trockne und blutige Schröpfköpfe. Gegen Gliederschmerzen empfiehlt *François* ölige, mit Belladonna, Opium oder Campher versetzte Einreibungen der Haut.

9) Auf eine zweckmässige Beleuchtungsmethode ist grosses Gewicht zu legen.

10) Das Verstopfen des äusseren Gehörganges mit Baumwolle ist eher schädlich als nützlich.

11) Bei Otalgien nützt das Eintröpfeln von Ol. Hyosciam. coct.

12) Congestionen zum Gehirn und zu den Lungen müssen nach allgemeinen therapeutischen Grundsätzen behandelt werden.

13) Um 4 und mehr Atmosphären anwenden zu können und dabei alle gefährlichen Erscheinungen zu vermeiden, ist der Rath von *Bert* sehr beachtenswerth. Man soll nämlich in diesem Falle der Gebläsemaschine statt reiner Luft eine Mischung von Luft und Stickstoff liefern, welche derart berechnet ist, dass der Druck des Sauerstoffs einen gewissen geringen Werth nicht übersteigt. Im Allgemeinen ist aber ein Druck von 4 Atmosphären nur ausnahmsweise zu gestatten; bei 2—3 Atmosphärendruck soll man nur in Schichten von 4, höchstens 6 Stunden arbeiten. Bei einer Wassertiefe von 32 Fuss ist 1 Atmosphärendruck schon ausreichend.

Ein anderweitiger Nachtheil bei Wasserbauten besteht namentlich darin, dass die Arbeiter stets in einem mit Feuchtigkeit vollständig gesättigten Medium arbeiten, wobei sie nicht selten bis an die Schenkel im Wasser stehen. Nicht minder ist beim Bergbau die Wirkung der feuchten comprimirten Luft zu berücksichtigen.[27]) Ueberhaupt erfordern diese täglich an Ausdehnung gewinnende Arbeiten auch eine sorgfältigere sanitäre Beachtung, welche ebenso den Industriellen wie den Aerzten obliegt.

Zufällige Bestandtheile der Atmosphäre. Sie werden hier nur kurz erwähnt, da das Nähere sich bei den einzelnen Körpern vorfindet. 1) Ammoniak. Sein Vorkommen ist sehr variabel und nur von localen Verhältnissen abhängig; wo zahlreiche Feuerstätten sich finden, wird Ammoniak selten vermisst werden. 2) Salpetersäure kommt stets in Verbindung mit Ammoniak vor. 3) Salzsäure wird namentlich in Districten, in welchen sich viele Sodafabriken befinden, angetroffen: in Manchester hat man zu Zeiten 8—9% nachgewiesen. 4) Schweflige Säure und Schwefelsäure treten überall auf, wo Steinkohlen verbrannt werden. 5) Kohlenwasserstoff findet sich meistens in Sumpfgegenden. 6) Kohlenoxyd und Schwefelwasserstoff wird man selten in der Atmosphäre nachweisen können. 7) Metallische Beimischungen der verschiedensten Art hängen namentlich von den verschiedenen Hüttenprocessen ab. 8) Zum Staube der Atmosphäre tragen alle Naturreiche bei. Zum mineralischen Staube gehören die Partikelchen von Sandstein, Granit, Marmor, Eisen oder andere einer bestimmten Gegend angehörige Mineralien. Der Frost erzeugt vorzüglich den Mineralstaub, indem er unter Mithülfe des Windes ganze Berge allmählig erniedrigt und tiefe Spalten in die Sandsteinfelsen u. s. w. unter Mitwirkung von Regen und Schnee bohrt.[28])

Im vegetabilischen Staube entdeckt man die Gewebsfragmente der verschiedensten Pflanzen: der Blüthenstaub wird bekanntlich vom Regen so massenhaft niedergeschlagen, dass er den Ursprung zu den Sagen von Blut- und Schwefelregen geliefert hat, namentlich ist der Pollen der Nadelhölzer als Schwefelregen bekannt. Auf stehenden Gewässern bildet der Blüthenstaub eine schleimige Haut, welche zahllose Infusorien beherbergt und beim Platzregen die bekannten Schleimblasen erzeugt. Die Stärkemehlkörperchen, welche *Pouchet* in allen Weltgegenden und an allen Orten nachgewiesen haben will, sind nach *Ehrenberg* nur Morpholithe, d. h. unorganische, in ihrer Krystallbildung wahrscheinlich zurückgebliebene Stoffe.

Im Staube organischen Ursprungs findet man dann die Hautfragmente von allen möglichen Insecten, Epithelialzellen aller Art, Haare der verschiedensten Thiere. Die von *Ehrenberg* aufgefundenen Infusorien sind kieselschalig bepanzert; die Bacillarien, Eunotia amphioxys und Pinularia borsalis, finden sich im Staube fast aller Welttheile. Im rothen Passatstaube fand *E.* unter 548 dem unbewaffneten Auge ganz entzogenen Gebilden 192 Polygastern-Arten, welche vorzugsweise den Süsswassergebilden angehören und oft scheintodt in der Atmosphäre schweben, um später durch hinzutretende Feuchtigkeit zur neuen Entwicklung zu gelangen.[29])

Dass lebensfähige Keime der verschiedensten Art in der Luft vorkommen, ist nicht mehr zweifelhaft; *Cunningham* vermochte zu Kalkutta innerhalb 24 Stunden eine Zahl von 30—300 organisirter Körperchen in der Luft nachzuweisen. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, einen bestimmten Zusammenhang der in der Luft schwe-

benden Keime mit epidemischen und contagiösen Krankheiten darzuthun.[30]) Die Anschauungen von *Caslin*[31]) hierüber beruhen auf keinen bestimmten Thatsachen und bewegen sich in Phantasien. Nur in der Luft über Cloaken und Düngerhaufen will man Bacterienkeime nachgewiesen haben; diese finden sich aber bekanntlich auch in allen geschlossenen Räumen, in welchen die Luft durch Perspiration, Respiration oder Fäulnissprocesse verdorben ist.

Wenn man den Luftstaub den „Schmutz der Atmosphäre“ genannt hat, so kann man den Regen und die Gewitter als die mächtigsten Desinfectoren der Luft betrachten, da namentlich der Regen Alles, was er in der Luft findet, mit sich zur Erde reisst, so dass sich aus dem Regenwasser die Natur und Menge der Stoffe, die auf diese Weise der Atmosphäre entzogen werden, annähernd berechnen lassen. Nach den auf der Pariser Sternwarte angestellten Untersuchungen wurden im Laufe eines Jahres folgende Mengen von Stoffen, welche zugleich für die Ernährung der Pflanzen von Bedeutung sind, dem Boden im Umfange eines preussischen Morgens zugeführt:

4,13 Pfund Ammoniak,
36,52 „ Salpetersäure,
3,25 „ Chlor,
9,06 „ Kalk,
3,99 „ Bittererde.

Wenn für die auffallend grosse Menge dieser Substanzen auch die Richtung der herrschenden Winde mitsprechen dürfte, so steht doch so viel zweifellos fest, dass der Regen alle Gase, wie Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. s. w., alle Dämpfe und alle der Luft beigemengte Staubtheile auf die Erde niederschlägt und somit einen ganz bedeutenden Factor für die Erhaltung der allgemeinen Gesundheit repräsentirt.

Man hat schon längst die Beobachtung gemacht, dass in regenreichen Jahren die Zahl der Kranken verhältnissmässig eine geringe ist; nach den in Greenwich beobachteten jährlichen Regenmengen hat man statistisch festgestellt, dass für den Zeitraum von 1854—1865 die grösste Sterblichkeitsziffer in England und Wales von 23,9 mit dem kleinsten Regenfall im Jahre 1864, und die kleinste Todeszahl von 21,2 auf das Jahr 1860 mit der grössten Regenmenge fiel.

Der Schnee wirkt wie der Regen reinigend auf die Luft ein und findet man in jenem Alles wieder, was der Regen zur Erde führt; Schnee und Regen wirken somit auf eine grossartige Weise durch Attraction und Praecipitirung fremdartiger Bestandtheile der Atmosphäre. Die Winde wirken in gleicher Weise wie Schnee und Regen; auch tragen sie dazu bei, frischere und reinere Luft aus andern Gegenden zuzuführen.

Je nachdem die Winde, welche bekanntlich stets durch Temperaturveränderungen in der Luft entstehen, verschiedene Gegenden, Meere oder Gebirge bestreichen, besitzen sie allerdings auch verschiedene Eigenschaften. Manches Land hat seine ominösen Winde, welche mehr oder weniger regelmässig wiederkehren und bezüglich des Verhaltens in Kleidung, Lebensweise u. s. w. besondere Vorsichtsmassregeln erfordern (Monsoon, Samum, Chamsin, Harmattan, Scirocco u. s. w.).

Im Allgemeinen aber sind Regen, Schnee und Wind als die natürlichen Reinigungsmittel der Atmosphäre zu betrachten. Ein Gewitter mit Regen und Wind gestaltet bekanntlich oft die ganze Atmosphäre um und verleiht dadurch für alle organisirten Wesen eine Quelle des grössten Wohlbehagens. Die Frage nach dem Wetter ist somit keine banale Phrase, sondern „gleichbedeutend mit der Frage nach dem Befinden“.[32])

Abhaltung physicalischer Einflüsse der Atmosphäre.

Die Bekleidung.

Um über Zweck und Wirkung der Kleidung zu einer klaren Anschauung zu gelangen, ist es erforderlich, die Begriffe von Wärmeleitung und Wärmestrahlung näher zu erläutern.

Eine bekannte Thatsache ist es, dass ein warmer Körper in einer kältern Umgebung sich mit dieser in ein thermisches Gleichgewicht setzt; diese Erscheinung wird durch verschiedene Vorgänge hervorgebracht. Man stelle sich zunächst eine heisse Metallkugel vor, die sich in einem kalten Zimmer befindet; zunächst kühlen sich durch verschiedene noch zu besprechende Processe die oberflächlichen Partien ab; in dem Masse aber, wie dies geschieht, fliesst Wärme von dem heissen Innern zu dem kältern Aeussern. Diesen Wärmefluss, welcher immer von den heissern Theilchen zu den unmittelbar anliegenden kältern Theilchen geht,

nennt man Wärmeleitung. Auch die Oberfläche der Kugel verliert Wärme durch Leitung an die sie berührenden Lufttheilchen; der hieraus hervorgehende Wärmeverlust ist um so grösser, je bedeutender die Temperaturdifferenz zwischen Metall und Luft ist. Lässt man einen Blasebalg auf die Kugel einwirken und ersetzt dadurch die von der Kugel erwärmte Luft fortwährend durch kältere, so beschleunigt man die Abkühlung. Jedoch auch ohne unser Zuthun wird die erwärmte Luft in gewissem Masse fortwährend durch die Wirkung der Schwere entfernt; die dicht an der Kugel befindliche Luft ist nämlich wärmer und daher leichter als die entferntere kältere und wird daher von dieser in die Höhe getrieben und von ihr ersetzt. Durch diesen Luftstrom wird also die Abkühlung befördert, während die Wärme dabei stets durch Leitung von der Kugel an die Luft abfliesst. Man hat der Abkühlung durch Luft- oder Flüssigkeitsströme einen besondern Namen gegeben, englisch: Convection; deutsch etwa: Wärmeströmung. Bei der letztern bewegt sich die Wärme mit ihrem Träger, bei der Wärmeleitung in ihrem Träger.

Bringt man einen kalten festen Körper in die Nähe der Kugel, so findet man, dass sie sich rascher abküht; durch die Anwesenheit des kältern Körpers ist die Temperatur der die Kugel berührenden Luftschicht nicht merklich geändert worden. Da der Verlust durch Wärmeleitung nach aussen nur von der Temperaturdifferenz zwischen der Kugel und diesen Luftschichten herrührt, so muss ein anderer Vorgang Ursache der gesteigerten Abkühlungsgeschwindigkeit sein. Diesen Vorgang nennt man Wärmestrahlung.

Zum bessern Verständniss sollen folgende Angaben dienen: Von jedem Körper gehen Wirkungen in die Ferne aus, welche physicalisch von ganz gleicher Art sind wie die Wirkungen, welche leuchtende Körper aussenden; das Ausgesandte nennt man Lichtstrahlen, wenn es unsere Netzhaut erregend Lichtempfindung erzeugt, Wärmestrahlen, insofern es auf unser Gemeingefühl sowie auf das Thermometer einwirkt.

Wenn verschiedene Körper gleicher Temperatur sich in einer Hülle von derselben Temperatur befinden, so muss das Gesammtquantum der Wärme, welche einer der Körper ausstrahlt, gleich derjenigen sein, die er von der gesammten auf ihn fallenden Wärmestrahlung absorbirt (Prevost).

Ist einer der Körper wärmer als die andern, so nimmt er weniger Wärme durch die Strahlung der Umgebung auf, als er durch seine eigene Strahlung verliert; daher sinkt die Temperatur des wärmern und steigt die des kältern Körpers. In diesem Sinne ist die Abkühlung der Metallkugel durch Strahlung in dem kalten Zimmer aufzufassen.

Die Gesammtquantität der Wärme, die ein Körper aussendet (emittirt), wächst hiernach mit seiner eigenen Temperatur. Sie hängt aber ausser der Temperatur auch von der Natur des strahlenden Körpers ab; überzieht man nämlich die Seitenfläche eines hohlen mit kochendem Wasser gefüllten Metallwürfels mit Russ, so findet man, dass die berusste Fläche mehr Wärme ausstrahlt als eine der blanken Flächen, obwohl im Beginne des Versuchs der Metallwürfel überall gleiche Temperatur hat. In einer blank polirten Theekanne hält sich z. B. der Thee gut warm; würde man dieselbe berussen, so würde der Thee weit rascher kalt werden.

Wenn strahlende Wärme auf einen Körper auffällt, so wird ein Theil reflectirt, ein Theil durchgelassen, ein Theil absorbirt. Der Werth des absor-

birten Antheils hängt von der Beschaffenheit des Körpers ab; der Russ, welcher bei gleicher Temperatur mehr Wärme aussendet als das Metall, absorbirt auch einen grössern procentischen Theil der auffallenden Strahlung als dieses. Diejenigen Körper, welche einen merklichen Theil auffallender Strahlung durchlassen, nennt man diatherman; man findet nun, dass ein und derselbe Körper für die aus verschiedenen Wärmequellen stammenden Strahlungen verschieden diatherman ist, d. h. dass er verschieden aliquote Theile der verschiedenen auffallenden Strahlungen durchlässt. Glas lässt Sonnenwärme gut durch, ist aber für Ofenwärme wenig diatherman, daher man gläserne Ofenschirme anwendet. Durch diese und ähnliche Thatsachen ist man darauf geführt worden, verschiedene Wärmefarben zu unterscheiden; die Sonnenwärme muss eine andere Mischung von Wärmefarben enthalten als die Ofenwärme.[33])

Man hat seit langer Zeit einen Zusammenhang zwischen Emission und Absorption experimentell aufgefunden, der sich allgemein dahin aussprechen lässt, dass ein Körper in dem Masse wie er stärker absorbirt als andere Körper, auch stärker als dieser emittirt; ein Beispiel hierfür liefert das oben beschriebene Verhalten von Russ und blankem Metall. Den zu Grunde liegenden allgemeinen Satz hat mit voller Schärfe Kirchhoff bewiesen. Folgender Ausspruch enthält einen Theil dieses Satzes: „Wenn ein Körper bei gegebener Temperatur gewisse bestimmte Wärmefarben aussendet, andere nicht, so absorbirt er bei dieser Temperatur, wenn Strahlungen verschiedener Farbe auf ihn fallen, von denjenigen, welche er aussendet, von den andern nicht."

Nach dieser Abschweifung über die Wärmestrahlung sind noch andere Ursachen der Abkühlung zu betrachten. Befeuchtet man die heisse Metallkugel, so kühlt sie sich rascher ab; dieses Phänomen studirt man am besten, wenn man zwei gleiche Thermometer nebeneinander aufstellt und die Kugel des einen mit einem feuchten Lappen umgibt (August's Psychometer). Das feuchte Thermometer wird dann eine niedrigere Temperatur zeigen als das trockne, und zwar wird die Temperaturdifferenz eine um so grössere sein, je mehr Wasserdampf die umgebende Luft aufnehmen kann; sie kann um so mehr aufnehmen, ein je geringeres Quantum sie davon enthält und je höher ihre Temperatur ist. Die Abkühlung, welche das feuchte Thermometer erfährt, rührt daher, dass Wasser von dem feuchten Lappen verdampft; beim Verdampfen des Wassers wird Wärme verbraucht (latente Wärme), welche die Thermometerkugel und das Quecksilber hergeben müssen. Die Verdunstung als Ursache der Abkühlung spielt in unserm Körper gleichfalls eine bedeutende Rolle; es ist hierbei nicht zu übersehen, dass ausser der Verdampfung des Schweisses die Perspiratio insensibilis wesentlich zur Mässigung der Körpertemperatur beiträgt.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass verschiedene Vorgänge Abkühlung hervorbringen: Wärmeleitung, Wärmefortführung, Wärmestrahlung und Verdunstung. Alle diese Vorgänge kommen bei der Abkühlung des menschlichen Körpers in Betracht; um die Functionen der Kleider nicht nur im Allgemeinen, sondern auch die verschiedenen Wirkungen verschiedener Stoffe und Bekleidungsarten zu verstehen, muss man untersuchen, wie jene Vorgänge von der Natur und Art der Bekleidung abhängen und durch eine passende Wahl derselben in zweckmässiger Weise geregelt werden können.

Von diesen Gesichtspuncten aus wird die Wahl der Kleidungsstücke zu

treffen sein, um den Körper vor Abkühlung zu bewahren, und sollen im Nachfolgenden nur einige Corollarien den vorstehenden Hauptsätzen zugefügt werden.

Für die Verminderung unseres Wärmeverlustes durch Strahlung kommt zuvörderst in Betracht, dass unsere Kleidungsstücke nicht diatherman sind; wichtiger ist aber, dass diese zugleich schlechte Wärmeleiter sind.

Versuche über die wärmeleitende Kraft bestimmter Stoffe stellte zuerst *Rumford*[34]) an und fand, dass Leinwand und Baumwolle die Wärme am schnellsten, Pelz und Eiderdunen die Wärme am langsamsten leiten: dazwischen lagen bezüglich dieser Eigenschaft die Schafwolle und rohe Seide. Gleichzeitig fand er, dass auch die Dichtigkeit und innere Structur dieser Substanzen, d. h. die Lage ihrer Theile zu einander, hierbei von Einfluss ist, so dass die Luft, welche die Zwischenräume der Bekleidungsgegenstände einnimmt, beim Zusammenhalten der Wärme eine wichtige Rolle spielt. Die Thatsache, dass es der Luftgehalt der Kleider ist, welcher den Wärmeabfluss von unserm Körper mässigt, hat dann auch *Melloni* nachgewiesen. Es kommt daher auch auf die Art des Gewebes an, um Erwärmung zu erzielen: ein lockeres und poröses Gewebe bietet den schlecht leitenden Luftschichten viele kleine Zwischenräume dar und erwärmt deshalb unter Umständen mehr als ein dichter und glatter Stoff.

Krieger[35]) ist später zu fast gleichen Resultaten gelangt. In folgender Reihe hat er die Procente angegeben, um welche die Stoffe die Wärmeleitung hemmen: dünnes Seidenzeug 3%, Guttaperchatuch 4%, Shirting 5%, Leinwand 5%, dickeres Seidenzeug 6%, dickere hausgemachte Leinwand 9%, Waschleder 10—12%, Flanell 14%, Winterbuckskin 16—26%, Doppelstoff 25—31%. Ebenso macht er auf die Dichtigkeit und Feinheit der Zeuge, sowie auf die Art der Bekleidung aufmerksam: zwei Lagen von Flanell erwärmen mehr, weil die Zwischenräume, welche zwischen Haut und Bekleidung liegen, die Wärmebewegung sehr bedeutend hemmen. Im Winter ziehen wir bekanntlich zwei Röcke übereinander an und erreichen dadurch eher Erwärmung als durch einen verhältnissmässig dickern Stoff: bekannt ist auch die Sitte der Frauen, durch viele Umhängsel dünnerer Stoffe dickere zu ersetzen. Zwei Hemden übereinander angezogen, befördern die Erwärmung ganz bedeutend: mit Baumwolle wattirte Seide kommt fast dem Pelz gleich. Beim Leder- und Pelzwerk kommt auch noch seine grössere Undurchdringlichkeit für die äussere Luft hinzu. Wie bedeutend der von der Körperoberfläche aufsteigende Luftstrom ist, hat *v. Pettenkofer* durch den Anemometer nachgewiesen; die Windflügel bewegen sich bei warmer Luft langsamer, bei kalter Luft schneller, wenn man dieses Instrument in der ruhigen Luft eines Zimmers ganz einfach zwischen Rock und Weste hält.

Der Wärmeverlust durch Verdunstung gibt sich ganz besonders deutlich bei schwitzender Haut kund; im Sommer schwitzt die Haut, um die Wärme durch Verdunstung herabzusetzen. Der Neger würde in der Hitze umkommen, wenn ihm nicht durch den reichlichen Schweiss und die damit verbundene Verdunstung Kühlung verschafft würde.

Bekannt ist der mit der reichlichen wässerigen Hautabsonderung verbundene unangenehme Geruch der Neger; nimmt er instinctmässig häufig noch Oel- oder Fetteinreibungen zu Hülfe, so wird auf der eingeölten Oberfläche der Haut die Wärmeausstrahlung befördert. Bei vielen Menschen kann man beobachten, wie Fetteinreibungen jedesmal ein fröstelndes Gefühl erzeugen. — Im Sommer und Herbst wird die kühle Abendluft bei der feuchten Haut mehr empfunden als die kalte, aber trockne Winterluft; schon ein geringer Grad von Kälte kann bei feuchter Luft sehr unangenehm einwirken, so dass das Thermometer nicht immer allein den Massstab liefern kann, ob wir uns wärmer oder kühler bekleiden sollen. Das Schlafen in feuchten Betten und das Wohnen in feuchten Räumen ist grade wegen der grössern Abkühlung der Haut schädlich und führt deshalb leicht Erkältungskrankheiten herbei: „Erkältungen" entstehen am ehesten, wenn die insensible Verdunstung plötzliche Veränderungen erfährt.

Dass der Luftdruck, d. h. die Dichtigkeit der Luft Einfluss auf die Schnelligkeit der Verdunstung hat, ist bereits durch *Rumford* nachgewiesen worden; je geringer der Luftdruck ist, desto rascher erfolgt die Verdunstung: auf hohen Bergen ist deshalb die Wärmeabgabe eine grössere als in der Ebene. Andererseits ist zu betonen, dass auch mit der Stärke der Luftströmung die Verdunstung zunimmt. Versuche von *Coulier* und von *Falk* erweisen grade, wie geeignete Kleidung den Wärmeverlust durch Verdunstung bei windiger Witterung herabsetzen kann.[36]) Die Kleidungsstücke dürfen den Verdunstungsprocess auf der Haut nicht stören, wenn wir uns behaglich fühlen sollen.

Weiterhin ist der interessante experimentelle Nachweis geliefert worden, dass grade die schlechten Wärmeleiter der Luft am leichtesten den Durchgang gestatten

und die Verdunstung befördern, weil mit der leichten Permeabilität der Zeuge für die Luft auch eine grössere Verdunstungsoberfläche und mit dieser eine günstige Bedingung zur Dampfbildung geboten wird; sie verhüten die unter Umständen so höchst nachtheilige Condensation des der Haut entströmenden Wasserdampfes und erzeugen deshalb auch weniger als luftdichte Zeuge das Gefühl der Kälte. Unter den mit Gummilösungen überzogenen Stoffen, den sogenannten Mackintosh-Röcken, sammeln sich bekanntlich stets die wässerigen Ausscheidungen der Haut als Wasserniederschlag an.

Die Dichtigkeit der Zeuge ist wegen ihrer geringern Permeabilität für die Luft vorzugsweise bei windigem und kaltem Wetter am Platze. Da bei bewegter Luft die Wärmeabgabe durch Verdunstung eine grössere ist, so suchen wir um so mehr den Eindruck derselben auf die Haut abzuhalten; hierzu eignet sich am besten die lederne Bekleidung oder das Pelzwerk. Tartaren, Türken, Perser tragen häufig lederne Jacken und Hosen, wie wir sie bei Jägern, Forstleuten und Bergbewohnern antreffen; Sämisch-Leder ist für die Bekleidung am geeignetsten. Ihm nahe steht das Seidenzeug bezüglich der geringen Durchgängigkeit der Luft; seidene Stoffe eignen sich daher vorzugsweise für Oberkleider, jedenfalls besser als zum Tragen auf blosser Haut. Von Schweiss durchnässt erzeugt Seide fast eben so leicht wie Leinwand Abkühlung der Haut.

Die Absorptionsfähigkeit der Stoffe für die wässerige Ausscheidung der Haut, für den Schweiss, ist bezüglich der Bekleidung von der grössten Bedeutung.

Ueber die Fähigkeit der Bekleidungsstoffe, tropfbar flüssiges Wasser aufzunehmen und abzugeben, hat zuerst *Coulier* Versuche angestellt, welche durch *v. Pettenkofer*[37]) vervollständigt wurden; dieser fand in Bezug auf die beiden wichtigsten Kleidungsstoffe, die Leinwand und Wolle, dass jene Eigenschaft bei Schafwolle viel mehr als bei Leinwand hervortritt. Von einer benetzten Fläche Leinwand verdunstet auch das Wasser schneller als von einer gleichen Fläche Flanell, weshalb die nasse Leinwand auch eine niedrigere Temperatur annimmt als ein nasses Stück Wolle.

Das Experiment bestätigt somit die alltägliche Erfahrung, dass durch Schweiss durchnässte Leinwand auf der Körperoberfläche ein viel grösseres Kältegefühl erzeugt als feuchter Flanell; eben so verhält es sich mit der hygroskopischen Seide, welche in dieser Beziehung der Leinwand näher als dem Flanell steht. Feuchte Leinwand schliesst sich auch der Körperoberfläche viel mehr an als Flanell, der selbst im feuchten Zustande noch mehr oder weniger Zwischenräume darbietet und stets eine gewisse Elasticität behält. Baumwolle hält die Mitte zwischen Leinwand und Flanell und eignet sich für manche Constitutionen mit sehr reizbarer Haut besser als Flanell; Seide hat immerhin als schlechterer Wärmeleiter den Vorzug vor der Leinwand und erzeugt auch wegen der Natur der einzelnen Fasern mehr Reibung auf der blossen Haut. Es ist endlich noch die wichtige Thatsache zu erwähnen, dass bei der Aufnahme von tropfbar flüssigem Wasser, deutlicher aber bei der Absorption des Wasserdampfes, eine Temperaturzunahme nachzuweisen ist, und dass somit auch die Kleidungsstücke durch ihre hygroskopische Eigenschaft dazu beitragen, den Wärmeverlust durch die menschliche Haut zu moderiren.[38])

Was die Farbe der Kleidungsstücke betrifft, so hat dieselbe auf die Absorption der von dunklen Körpern ausstrahlenden Wärme keinen Einfluss.

Melloni überzog einen Würfel auf verschiedenen Seiten mit schwarzem, rothem und weissem Sammet, füllte den Würfel mit heissem Wasser und stellte ihn der Thermosäule gegenüber. Sämmtliche Sammetoberflächen bewirkten trotz ihrer verschiedenen Färbung denselben Ausschlag der Multiplicatornadel, ein Beweis, dass die Ausstrahlung der Kleider, welche unsern Körper bedecken, von ihrer Farbe unabhängig ist. Dagegen hat die Farbe einen bedeutenden Einfluss auf die Absorption der leuchtenden Wärme, z. B. der Sonnenstrahlen; zur Abhaltung der Sonnenstrahlen ist daher die Farbe mehr als das Gewebe der Kleidungsstücke zu berücksichtigen. Die ersten Versuche hierüber stellte *Franklin* an, indem er fand, dass Schnee am schnellsten unter schwarzem, am langsamsten unter weissem Tuche schmolz. Diese Versuche nahmen später *Humphry Davy* (1799) und *Stark* in Edinburg auf.[39])

Bezüglich der geringern oder grössern Fähigkeit der Farben für die Absorption der leuchtenden Wärme nimmt man gewöhnlich an, dass auf Weiss und Grau Gelb, Roth, Blau und zuletzt Schwarz folgen.

Krieger fand, wenn er die Absorption der leuchtenden Wärme durch Shirting = 100 setzte, folgende Scala: Weiss = 100, Blassgelb = 162, Dunkelgelb = 140, Hellgrün = 155, Dunkelgrün = 168, Türkischroth = 165, Halbblau = 198 und Schwarz = 208.

Hiernach absorbirt Schwarz die leuchtende Wärme um das Doppelte mehr als

Weiss, in der Mitte steht Grün, Thatsachen, welche bei der Auswahl der farbigen Kleidungsstücke nach Jahreszeit, Klima und Wetter massgebend sein sollten.

Auch in diesem Puncte ist die Erfahrung der Theorie vorausgeeilt: bekannt ist es, dass die Beduinen und Araber unter der Gluth der Sonne sich langer wollener, aber weisser Mäntel bedienen, weil es im tropischen Klima hauptsächlich auf die Abhaltung der Sonnenstrahlen ankommt und ausserdem die Kühle der Nacht ein dichteres Einhüllen in die Mäntel erfordert. Weite Mäntel und Hosen mit reicher Faltenbildung, die eine regere Luftströmung befördern, finden sich ebenfalls bei den Bewohnern warmer Klimate. Der Norden erfordert dagegen mehr enganschliessende Stoffe, um die Luftströmung zwischen Körperoberfläche und Kleidung zu verringern und damit eine grössere Absperrung und geringern Wechsel der Luftschichten zu erzielen; Form und Schnitt der Kleidung müssen sich daher nach Klima und Jahreszeit richten und zwar in mancher Beziehung unabhängig von der Tyrannei der Mode.

Der Mensch hat den grossen Vortheil, dass er sich nach Bedürfniss und den Erfordernissen des Klimas und der Witterung kleiden kann, obgleich auch bei Thieren die Körperhülle nicht unverändert bleibt. Der Wechsel von Haaren und Federn fällt meistens in die gemässigte Jahreszeit, also in Zeiten, wo nicht so schroffe Temperaturwechsel auf den Körper einwirken.

Der Hauptzweck der Bekleidung soll in der Regulirung und Beförderung der für das Wohlbefinden höchst wichtigen Hautfunction bestehen; wie überall so muss auch bei der Bekleidung dem individuellen Bedürfnisse Rechnung getragen werden.

Das Wärmebedürfniss und namentlich die Hautthätigkeit bezüglich der wässerigen Ausscheidungen sind sehr verschieden und eine beständig feuchte Haut erfordert eine andere Bekleidung als die mehr trockne und weniger abgekühlte. Die Abhärtung der Haut hat daher ihre bestimmten Grenzen und kann nicht überall erzwungen werden.

Bei der arbeitenden Classe der Bevölkerung, welche an einer ausreichenden Ernährung Mangel hat, ist die Wärmeproduction eine minder rege als bei wohlgenährten Individuen; sie bedarf daher um so mehr der Wärmeretention durch wärmere Bekleidung.

Nicht unerwähnt kann der Umstand bleiben, dass häufig das feste Einschnüren einzelner Theile Congestionen nach wichtigen Organen oder varicöse Ausdehnung der Venen erzeugt. Es ist hierbei an die Wirkung des Corsets und an das feste Binden der Unterröcke beim weiblichen Geschlechte zu erinnern, wodurch die bekannten Abschnürungen der Leber u. s. w. hervorgerufen werden, während bei der männlichen arbeitenden Bevölkerung der Bauchriemen als Ersatz der Hosenträger Störungen in den Functionen von Leber und Magen bewirken kann. Es sind dies Krankheitsursachen, welche nicht ausser Acht zu lassen sind, wenn vom Zweck der Bekleidung im Allgemeinen die Rede ist.[40])

Die Einrichtung des Bettes ist nach denselben Principien wie die Auswahl der Kleidungsstücke zu behandeln. Bekanntlich ist während des Schlafes der Stoffwechsel herabgesetzt und die Wärmeproduction eine geringere; wir bedürfen daher während der Ruhe und des Schlafes einer grössern Aufspeicherung der Wärme als am Tage und während körperlicher Bewegungen.

Massregeln zur Beschaffung einer reinen Luft.

1) Reinerhaltung der Luft in den Werkstätten.

Bei den Bestrebungen für die Reinerhaltung der Luft in den Werkstätten handelt es sich um die Principien der Ventilation, die hier nicht unerwähnt bleiben dürfen, da die reine Luft unter den nothwendigsten Lebensbedürfnissen die erste Stelle einnimmt. Die betreffenden Einrichtungen werden mit besonderer Berücksichtigung der industriellen Verhältnisse erörtert werden.

Bei der natürlichen oder spontanen Ventilation bedarf es keiner besondern Einrichtung, um die frische Luft zuzuleiten, da man einfach das Oeffnen der Fenster und Thüren für diesen Zweck benutzt. In der Industrie soll man hiervon stets den umfassendsten Gebrauch machen, wenn die Art der Fabrication nicht hemmend entgegentritt; auch die Ansammlung vieler Menschen fordert hierzu dringend auf, damit nicht die Producte der Perspiration und Respiration zur Verschlechterung der Luft beitragen. „Man's own breath is his greatest enemy“ sagt ein englisches Sprüchwort und drückt damit in kurzen Worten die hohe Bedeutung der Lufterneuerung aus.

Schon bei der ursprünglichen Anlage einer Fabrik muss stets auf die Möglichkeit einer ergiebigen natürlichen Ventilation Rücksicht genommen und Alles vermieden werden, wodurch die Stagnation der Luft begünstigt wird. Es kommt daher auf die richtige Lage der Fabrik, auf die Construction der Fenster, der Corridore, der Treppen, die Ausdehnung und Höhe der Arbeitsräume und namentlich auch auf eine sachgemässe Trennung der letzteren an. [41])

Nicht immer reicht aber die natürliche Ventilation aus; wo Dämpfe der verschiedensten Art oder Staubmassen die Luft verderben, da muss man zur künstlichen Ventilation schreiten und die geeigneten Massregeln ergreifen, um die Luft so viel als möglich von allen fremdartigen und schädlichen Bestandtheilen frei zu erhalten.

Der Fabrikstaub kann wie der Luftstaub aus allen Naturreichen herrühren. Im Allgemeinen lassen sich nach seiner Wirkung unterscheiden: 1) der chemisch und mechanisch indifferente Staub, wie er in der Müllerei, Bäckerei, in Stärkemehlfabriken, beim Sortiren der Lumpen, der Wolle, in der Flachs- und Baumwollspinnerei, beim Kürschnergeschäft, in der Hutfabrication u. s. w. vorkommt.

Ein solcher Staub vermag zwar mehr oder weniger in die Respirationswege zu dringen, sich auf den Schleimhäuten abzulagern und dadurch die Function der Lungen zu beeinträchtigen, hat aber das Charakteristische, dass er nicht in das Lungengewebe eindringt. Die durch Baumwollenstaub erzeugte Pneumonie — Pneumonie cotonneuse — ist noch nicht klinisch festgestellt, obgleich sicherlich der aus feinen Fäserchen, Erde und Sand bestehende Staub geeignet ist, Reizungen der Respirationswege zu erzeugen, namentlich beim „Wolfen“ der Baumwolle oder beim „Rauhen“ des Barchent; eben so verhält es sich beim Brechen und Hecheln des Flachses und Hanfes.

Indifferent ist der Knochen-, Horn- und Holzstaub, wenn er fein vertheilt ist und nicht in scharfen Ecken und Spitzen vorkommt. Der Staub beim Haarschneiden kann noch mit den Resten der verwendeten Quecksilberpräparate vermischt sein und dadurch eine specifische Schädlichkeit entfalten, während er an sich nur reizend einwirkt. Eine Ausnahme macht ferner der sonst chemisch indifferente Kohlenstaub (S. Kohlenstoff), dessen Einlagerung in die Lungen unzweifelhaft ist. Wie es sich in dieser Beziehung mit dem Tabakstaub verhält, bedarf noch weiterer Untersuchungen; sicher ist, dass in den Tabakfabriken beim Sortiren der Tabakblätter, beim Mahlen, Sieben des Schnupftabaks und Verpacken des Rauchtabaks ein die Respirationswege reizender Staub entsteht, dessen Einwirkung sich. zwar durch die Macht der Gewöhnung weniger geltend macht, bei Lungenkranken aber vermieden werden muss, widrigenfalls der weitern Entwicklung der Tuberculose bestimmt Vorschub geleistet wird. Arbeiter, welche verdächtige Lungen haben, sollten nie in Tabakfabriken zugelassen werden, während solche mit gesunden Brustorganen zwar oft an Katarrhen leiden, aber ein verhältnissmässig hohes Alter bei dieser Arbeit erreichen können.

2) Der in mechanischer Beziehung einwirkende, mit scharfkantigen oder krystallinischen Theilen vermischte Staub, der sich in die Lungen einlagert.

Der „Schleifstaub“, wie er sich beim Schleifen von Messern, Gabeln, Nadeln, Achat, Diamant u. s. w., beim Schleifen und Drechseln von Perlmutter, Poliren von Eisenblechen u. s. w. entwickelt, verdient die grösste Beachtung, da die beständige Inhalation desselben erfahrungsgemäss häufig Krankheiten erzeugt.

Hierher gehören ferner die verschiedenen Steinhauerarbeiten; am gefährlichsten sind überhaupt der Quarzstaub, Sandsteinstaub, der Thonstaub, Specksteinstaub und jeder Staub, welcher Kieselerde oder Kieselsäure enthält (s. Keramik). Der Eisenstaub entsteht bei der bergmännischen Gewinnung der Eisenerze, bei Eisenarbeiten, beim Schmieden, Feilenhauen, Poliren der Eisenbleche u. s. w. (s. Eisen).

Die Einlagerung von Steinstaub (Chalicosis pulmonum), von Thonerdestaub (Aluminosis pulmonum) und Eisenstaub (Siderosis pulmonum) in die Lungen ist bis jetzt durch *Meinel*, *Zenker*, *Merkel*, *Kussmaul* und Andere anatomisch festgestellt worden.

3) Der in chemischer Beziehung einwirkende Staub. Hierher gehört der chemisch differente Metallstaub, der sich in Bleiweissfabriken, auf Zinkhütten, Gifthütten, bei der Darstellung von Schweinfurter Grün, in Chromsäurefabriken, in Messinggiessereien, Broncefabriken u. s. w. entwickelt (s. Metalle).

Natürlich kommen auch die verschiedensten Gemische von Staubarten vor, so dass eine scharfe Trennung derselben in der Industrie nicht möglich ist; so kann, wie

namentlich bei der Nadelschleiferei und andern Metallschleifereien, gleichzeitig Metall- und Sandsteinstaub auftreten. Das Specielle wird noch bei den einzelnen Körpern erörtert werden.

Bei der künstlichen Ventilation sucht man vorzugsweise eine Bewegung der Luft hervorzurufen; hierzu kann man sich in einzelnen Fällen mittels besonderer Einrichtungen der Temperaturdifferenzen zwischen der äussern Luft und Stubenluft bedienen, wie es z. B. beim Böhm'schen Ventilationsverfahren der Fall ist. Dasselbe eignet sich jedoch mehr für Krankenhäuser und Schulen und wird an einer andern Stelle zur Sprache kommen. In Fabriken und Bergwerken kann es nur auf zwei Verfahren ankommen: 1) auf die Entfernung der schlechten Luft durch Exhaustion (Aspirationsmethode, Ventilation par aspiration ou par appel); die frische, durch Thüren und Fenster eindringende Luft soll dann die verdrängte ersetzen; 2) auf die mechanische Eintreibung der frischen Luft (Pulsionssystem).

1) **Die Aspirationsmethode.** Die Entfernung der schlechten Luft wird a) durch künstlich erzeugte Temperaturdifferenzen oder b) durch mechanisches Absaugen mittels Saugapparate bewirkt.

ad a) Die bezügliche Verwendung von Temperaturdifferenzen existirt schon so lange als man durch Oefen oder Kaminfeuerung geschlossene Räume erwärmt; der Schornstein bildet hier den Exhaustor, dessen ventilirende Kraft durch die heissen Ofengase bedingt wird.

Die Zimmerluft wird unterhalb des Rostes angesaugt, passirt die glühende Kohlenschicht und gelangt, mit Kohlensäure geschwängert, sowie durch die Wärme auf das 10—20fache Volumen ausgedehnt, als eine sehr leichte Atmosphäre in den Schornstein, wo sie dann vermöge ihres specifischen Gewichts mit einer gewissen Geschwindigkeit sich in die obere Luftschicht erhebt.

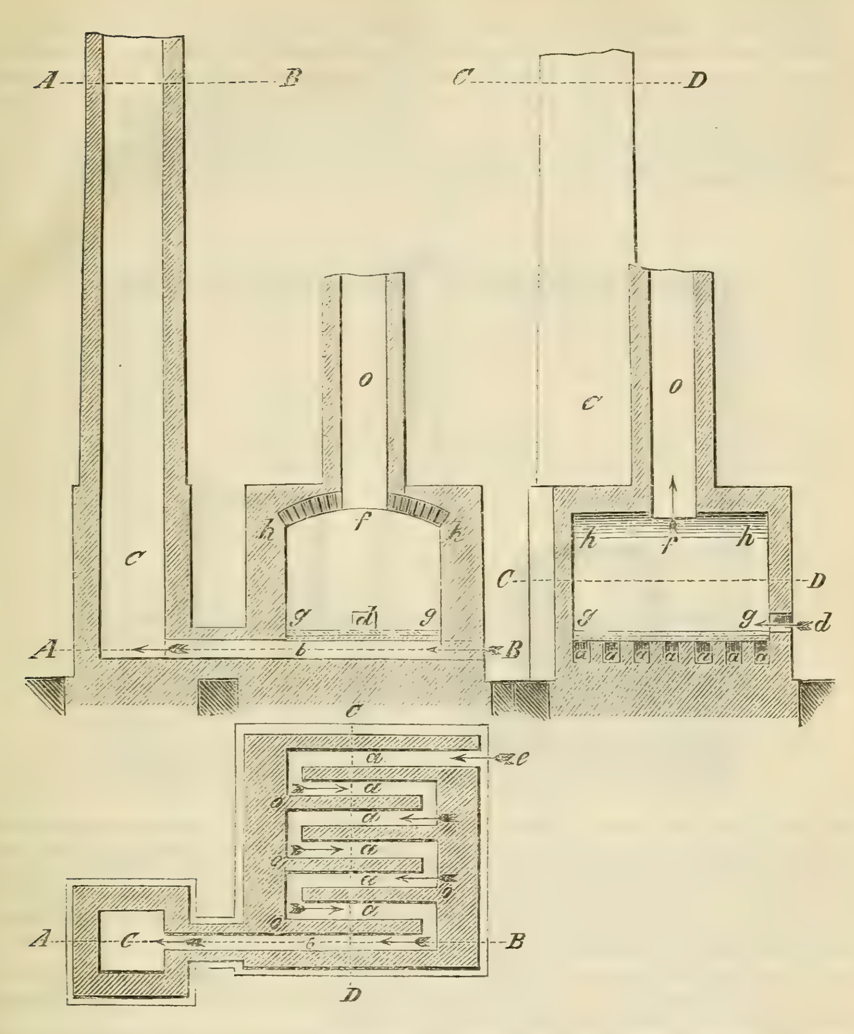
Um eine solche Saugkraft zu Ventilationszwecken zu benutzen, bedarf es jedoch besonderer Vorrichtungen; allgemeine Regel ist es, durch ein besonderes eisernes Rohr im Innern des Schornsteins die Heizungsgase abzuführen und den Raum zwischen diesem Rohr und dem Schornstein mit dem zu ventilirenden Raum in Verbindung zu bringen. Je bedeutender nun die Temperaturdifferenz zwischen Exhaustor und äusserer Luft ist, desto lebhafter ist die ventilirende Luftströmung.

Als Regel gilt es, diese Differenz wenigstens auf 25° C. zu steigern, wobei man eine Luftbewegung von 2—3 Meter in der Secunde zu erzielen vermag. Eine solche Einrichtung reicht aber in grösseren industriellen Etablissements nicht aus; sie könnte höchstens da zur Anwendung kommen, wo es sich um die Entfernung der Perspirations-, Respirations- und Beleuchtungsproducte handelt. Sollen z. B. bedeutende Mengen von Wasserdämpfen, wie in Färbereien, Waschanstalten, beim Beuchen u. s. w. entfernt werden, so ist eine besondere Saugkammer erforderlich, welche eine kräftige und constante Aspiration bewirkt, auch ganz getrennt von der Feuerung liegt, um ihrem besondern Zwecke zu dienen; da die Dampfkesselfeuerung hierzu mit benutzt werden kann, so ist der Heizer in der Lage, auch die Wirkung der Saugkammer zu controliren. Die Erfahrung hat bewiesen, dass namentlich beim Auftreten von sehr reichlichen Wasserdämpfen das Pulsionsverfahren bei Weitem nicht so kräftig einwirkt wie die Exhaustion, wenn sie mittels einer Saugkammer bewirkt wird.

Eine Einrichtung dieser Art ist in *Fig. 18* abgebildet. *C* ist der Hauptkamin, welcher den Zug für die Feuerung etablirt; er hat bei einer Höhe von 60 Fuss 28 Zoll im Geviert und verjüngt sich bis zu seiner obersten Krone auf 18 Zoll im Geviert. Der Canal *b*, welcher in diesen Kamin einmündet, steht mit den circulirenden Zügen *aaa* in Verbindung. Durch die Oeffnung *e* treten die Verbrennungsgase ein, circuliren durch die Züge *a* nach der angegebenen Pfeilrichtung und treten durch den Canal *b* in den Kamin *C*. Die erwähnten Züge (*a*) sind mit eisernen Platten belegt *gg*; damit diese sich nicht bei der hohen Temperatur werfen, greifen sie ½ Zoll dachziegelförmig übereinander und werden durch die Zungen *oo* getragen. Selbstverständlich sind die Züge an den betreffenden Enden mit Feglöchern versehen, die mit eisernen Thüren verschlossen werden.

Ueber den eisernen Platten (*gg*) erhebt sich ein gemauerter vierseitiger Kasten, welcher mit einem Tonnengewölbe (*hh*) in der Weise geschlossen ist, dass er in der Mitte mit einem Abzugscanal (*OO*), der ungefähr 16 Zoll im Geviert hat, versehen ist;

Fig. 18.



man kann ihn füglich in den Hauptkamin *C* kurz über dem Dachfirst des Gebäudes, z. B. durch ein Blechrohr u. s. w., einführen.

Die Oeffnung (*dd*) dient zum Einströmen der Luft aus den zu ventilirenden Räumen; da die Luft über den Platten *gg* bis auf 120—130° C. erwärmt werden kann, so muss ein kräftiger Effect erzielt werden. Eine solche Einrichtung ist die einfachste, billigste und eine continuirlich wirksame; die Billigkeit besteht darin, dass, wie schon erwähnt worden, die Dampfkesselfeuerung u. s. w. dazu benutzt werden kann.

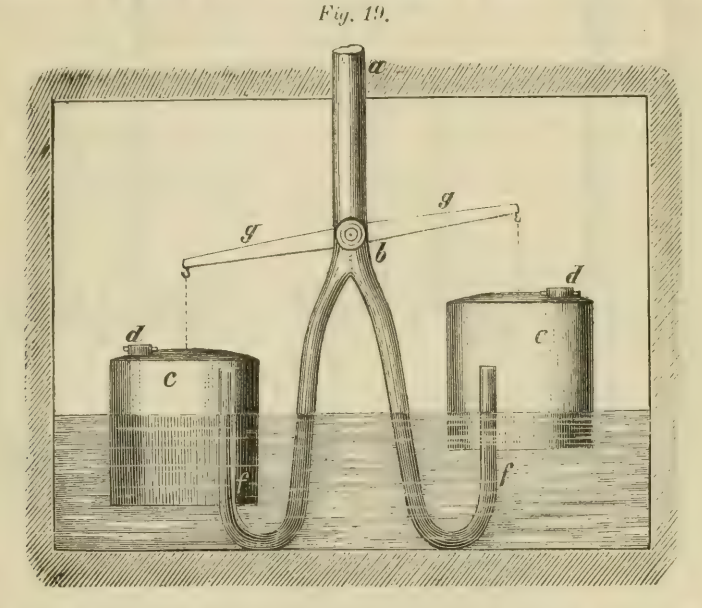
ad b) Die Exhaustion mittels mechanischer Saugapparate sollte in der Industrie weit mehr zur Anwendung kommen als bisher geschehen ist. Ausser in der Müllerei hat man sie auch schon in der Woll- und Baumwollindustrie sowie in der Schleiferei benutzt und wird bei den betreffenden Industriezweigen noch die Rede davon sein.

In Betreff der Ausführung dieser Ventilationsmethode sei im Allgemeinen nur bemerkt, dass es sich hierbei stets um die Deplacirung des Staubes aus den

Arbeitslocalen in einen besondern abgeschlossenen und mit einem Ventilator in Verbindung stehenden Raume handelt. Zum Auffangen und Ableiten des Staubes dienen entweder hölzerne Schlote oder Schläuche von grober Leinwand, welche in der Nähe der Fabricationsstätte und Staubentwicklung anzubringen und bis zum Isolirungsraume fortzuleiten sind, wo das mit dem absorbirenden Ventilator communicirende Rohr ausmündet. Bei allen Staubarten wird man am zweckmässigsten die Ventilatoren als Saugapparate benutzen, wie sie von *van Hecke*, *Haag*, *Heger*, *Schiele* und Anderen construirt worden sind. Man unterscheidet Flügel-, Schrauben- und Centrifugalventilatoren.

Bei schädlichen Dämpfen in Laboratorien und chemischen Fabriken eignet sich folgende Vorrichtung (Fig. 19) ganz vorzüglich. An einem gleichschenkligen Balancier (*gg*)

Fig. 19.



sind zwei oben geschlossene Metallcylinder (*dd*) angehängt, die mit nach aussen sich öffnenden Klappenventilen versehen sind. Die Achse (*b*) des Balanciers bildet einen doppelt durchbohrten Hahn, welcher durch Auf- und Abbewegung einmal den rechten und ein andermal den linken Cylinder mit dem Rohr *a* in Verbindung setzt. Die Durchbohrung ist so eingerichtet, dass der aufwärts sich bewegende Cylinder mit dem gemeinschaftlichen Rohr *a* in Verbindung steht, wohingegen der sich abwärts bewegende Cylinder nicht mit *a* communicirt, sondern die Klappe *d* öffnet.

Das Spiel des Mechanismus besteht einfach darin, dass der abwärts gehende Cylinder die eingesaugte Luft bei *d* abbläst und der aufwärts gehende Cylinder sich mit Luft füllt, welche durch das Rohr *a* zugeführt wird.

Der ganze Apparat spielt in einer mit Wasser gefüllten Cisterne; selbstverständlich dürfen die Röhren *ff* nicht unter Wasser münden, sondern müssen stets das Niveau des Wassers überragen. Durch diese Vorrichtung kann man ziemlich genau bestimmen, wie viel Luft abgesaugt wird, da die Capacität der beiden Cylinder bekannt ist, obgleich ein Theil der in letzere gelangten Dämpfe und Gase unter Umständen auch vom Wasser der Cisterne absorbirt werden wird, worauf beim Ablassen dieses Wassers jedenfalls zu achten ist.

Man hat diese Methode viel zu wenig benutzt; sie ist von einer höchst gleichmässigen Wirkung und überall zu gebrauchen, wo sich schädliche Dämpfe entwicklen, z. B. in Phosphorzündhölzchenfabriken, Anilin- und Anilinfarbenfabriken, Pikrinsäurefabriken, in Räumen, in welchen Quecksilberdämpfe, Schwefelwasserstoff, saure Dämpfe, leicht entzündliche Gase u. s. w. auftreten. Da sich in allen grossen Etablissements leicht Gelegenheit findet, den Balancier mit der Dampfmaschine in Verbindung zu bringen, so kann auch hier der Kostenpunct nicht mitsprechen.

In den bisher besprochenen Fällen ist es nicht erforderlich, für die Zuleitung der frischen Luft besondere Sorge zu tragen, da diese in demselben Verhältniss nachstürzt, in welchem die staubige oder dunstige Luft weggesaugt

wird. Nun kommt es aber auch vor, dass der Zutritt einer frischen und kühlern Luft erwünscht ist und zwar in Localen, in welchen in Folge der Beleuchtung hohe Temperaturgrade die Arbeiter sehr belästigen. Dies kann z. B. in grossen Setzersälen von Druckereien der Fall sein, in denen die Hitze in Folge der vielen Gasflammen unerträglich wird. Alsdann ist auch die Stelle vorgezeichnet, an welcher der Abzug der warmen Luft zu bewirken ist; dies kann nämlich nur an der Decke, wo sich die grösste Hitze ansammelt, geschehen.

So wurde z. B. in dem grossen Setzersaal der Kölnischen Zeitung durch den Mechaniker *Stahl* zu Deutz ein Exhaustor nach *Schiele* an der Decke dieses Raumes in Thätigkeit gesetzt. Der Saal hatte mit Abzug der Setzerkästen, Tische u. s. w. einen Kubikinhalt von 18,000 Fuss und eine Höhe von $12^1/_2$ Fuss; brannten im Winter 50—100 Gasflammen, so steigerte sich die Hitze selbst in den untern Schichten oft bis über 25° R. An der Decke des Saales wurden 3000 dünne Zinkröhren angebracht, welche in zwei stärkere Abtheilungsröhren mündeten, die wiederum in ein Hauptrohr ausliefen, das mit dem durch Dampfkraft getriebenen Exhaustor in Verbindung stand. Beginnt die Absaugung, so strömt die an der Decke angesammelte heisseste Luft in die Röhren und durch das Hauptrohr zum Exhaustor.

Zur gleichzeitigen Zuführung von frischer Luft und Erhaltung einer vollständigen Ventilation laufen noch über den Boden zwei Hauptröhren, welche durch die Mauern nach aussen bis ins Freie münden. In diesen Röhren sind ebenfalls 3000 Oeffnungen angebracht und in dem Masse, wie oben verdorbene und heisse Luft abströmt, strömt hier unten kühle und reine Luft zu und zwar ohne alle Zugluft oder sonstige Unzuträglichkeiten.

Die Wärme sank bis auf 17—18° R. in den späten Abendstunden und die mittlere Temperatur betrug 15—16° R., während der Kohlensäure-Gehalt von 0,25 % bis auf 0,041 Gewichtsprocent abnahm. Die Führung des Exhaustors bedarf nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pferdekraft.

Wo es sich um feuergefährliche, specifisch leichte Gase und Dämpfe handelt, wird man ebenfalls eine Stelle in der Nähe der Decke zum Absaugen derselben wählen müssen, während die specifisch schweren Dämpfe und Gase, z. B. Kohlensäure, Schwefelwasserstoff u. s. w., selbstverständlich mehr am Boden abgesaugt werden müssen.

In Bergwerken sind vielfach die Ventilatoren von Schiele, Dinnendahl, Lemielle und Guibal in Gebrauch. Meistens werden sie in Schächten verwendet, welche an der Hängebank dicht abgeschlossen werden können, um die directe Abführung der vom Ventilator angesaugten Luft zu ermöglichen; für eine wirksame Ventilation sind in Bergwerken stets besondere Wetterschächte erforderlich. Neuerdings hat der Belgische Ingenieur Briart den Förderschacht mit einer Wetterklappe (clapet d'aërage) versehen, um auch diesen zum Wetterschacht benutzen zu können; es wird dadurch ein Abschluss des Förderschachts erzielt, damit der Ventilator die Grubenwetter unterhalb der armirten Schachtabtheilungen durch einen Seitencanal anzieht.

2) Die **Pulsionsmethode** (ventilation par pulsion), d. h. das Verfahren, die frische Luft in die zu ventilirenden Räume mechanisch einzutreiben, ist zuerst für Bergwerke benutzt worden. Man bedient sich auch hierzu der Ventilatoren, wendet aber dies Verfahren gegenwärtig im Allgemeinen immer seltener als die Aspirationsmethode an. Nicht zu umgehen ist das Eintreiben der Luft bei Arbeiten unter Wasser und bei gewissen unterirdischen Bauten (s. comprimirte Luft).

2) Reinerhaltung der Luft ausserhalb der Werkstätten.

Ausser den bei der Fabrication entstehenden Abfällen kommen hier auch noch die menschlichen Dejectionen sowie die Küchen- und Hauswässer in Betracht, wenn in grossen industriellen Districten die Arbeiterwohnungen sich eng an die Fabriklocale anschliessen. Es soll deshalb hier die Wegschaffung der

Abfallstoffe im Allgemeinen näher erörtert werden, wobei andere die öffentliche Gesundheitspflege betreffenden Fragen insofern nicht ausgeschlossen werden können, als es sich hierbei um Arbeiterfamilien handelt.

Es ist daher die Wegschaffung 1) der excrementitiellen Stoffe, 2) der Küchen- und Hauswässer und 3) der industriellen Abfallstoffe zu unterscheiden.

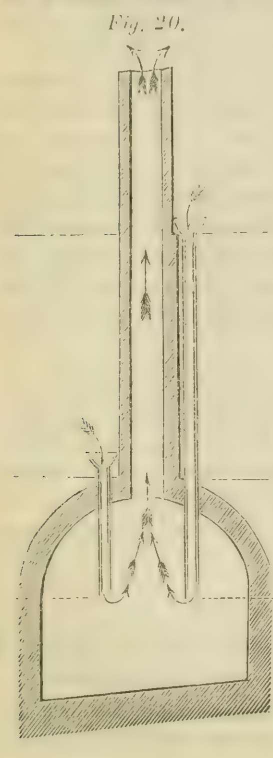
1) **Wegschaffung der menschlichen Dejectionen.** Die grosse Tagesfrage, ob Abfuhr oder Canalisation vorzuziehen ist, lässt sich niemals in abstracter Weise beantworten, sondern richtet sich nach den localen Verhältnissen. Da die Abfuhr nothwendig bleiben wird, so kann auch die Aufbewahrung der menschlichen Dejectionen in der Nähe von Wohnstätten nicht vermieden werden. Es kommt nur darauf an, letztere in zweckmässiger Weise zu bewirken.

Manches kann hier nicht verschwiegen bleiben, welches eigentlich nur noch ein historisches Interesse haben sollte, aber leider noch in Wirklichkeit besteht. So existiren noch in manchen Städten Süddeutschlands und der Schweiz die sogenannten Ehegräben, d. h. Zwischenräume von zwei aneinander grenzenden Häusern, in welche die Abtritte münden; die festen Excremente sammeln sich auf einer Unterlage von Stroh, Asche, Kehricht u. s. w., während der flüssige Antheil auf die Strasse in die Rinnen abfliesst, um hier alle Nachtheile eines widerlichen Fäulnissprocesses zu schaffen.

Senk-, Schling- oder Schwindgruben, d. h. ausgebaute Gruben, deren Boden aber frei ist und alle Flüssigkeiten „verschlingt", sind schon in ihrer schädlichen Einwirkung auf den Untergrund geschildert worden; werden sie gar nicht entleert, so verwandeln sich die festen Massen allmählig in eine torfähnliche Masse.

Wie sehr auf diese Weise der Boden für lange Zeiten verunreinigt werden kann, hat man in Hamburg beobachtet, als nach dem grossen Brande die Fundamente zur Nicolai Kirche gelegt wurden. Bei einer Ausgrabung von 40 Fuss Tiefe fand man in der untersten Schicht in einer schwarzen, grösstentheils aus organischen Substanzen gebildeten Masse zahllose Struvitkrystalle (Ammonium-Magnesiumphosphat), welche sich zweifelsohne aus den in diese Tiefe gedrungenen menschlichen Dejectionen gebildet hatten.

Fig. 20.



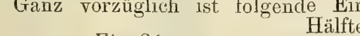
Ausgemauerte Gruben verhüten nur bei zweckmässiger Construction die Imprägnirung des Bodens mit putriden Massen. Die Grube muss ausserhalb der Gebäude liegen und einen mit Mauerwerk umschlossenen hohlen Raum darstellen. Die Materialien dazu müssen aus Basalt, Schiefer oder Bruchstein bestehen; der Verputz mit Cement oder hydraulischem Kalk reicht für urinöse Flüssigkeiten nicht aus, da der in Zersetzung begriffene Harn als Ammoniakquelle bei Gegenwart alkalischer Erden zur Bildung von salpetriger und Salpetersäure Veranlassung gibt. Diese Säuren bilden mit den alkalischen Erden leicht lösliche Salze, greifen den Mörtel an, führen das Bindemittel in gelöster Form weg und veranlassen auf diese Weise das Durchsickern der putriden Flüssigkeit. Der Mörtel muss daher stets mit Theer versetzt werden, um diesen Uebelstand zu verhüten. Will man Ziegeln benutzen, so sind dieselben vorher mit einer erwärmten theer- oder carbolsäurehaltigen Flüssigkeit zu tränken; Ozokerit, ein an Paraffin reiches fossiles Erdwachs, ist ebenfalls ein vorzügliches Mittel zum Tränken der Ziegeln. Das blosse Ausstreichen solcher Gruben mit Theer reicht niemals aus.

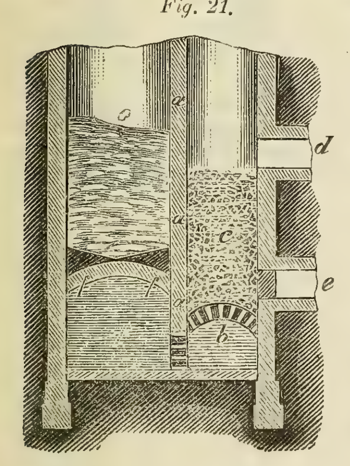
Die Gruben werden auf die sicherste Weise nach der *D'Arcet*'schen Methode ventilirt. Jede Grube muss alsdann auf einen halben Cirkel gewölbt sein und alle Kothröhren steigen senkrecht bis zum niedrigsten Puncte des Gewölbes herab, während auf dem Scheitelpuncte desselben ein gemauerter Schlot steht, dessen Durchmesser gleich der Summe aller Durchmesser der untern Oeffnungen der Kothröhren sein muss. Zur Erwärmung des Schlotes kann man eine Feuerung benutzen, welche beständig im Gebrauch ist (*Fig. 20*).

Trennung der flüssigen und festen Theile in Gruben mittels Scheidewände (Diviseurs) wird auf gänzlich unzureichende Weise durch gemauerte Abtrittsgruben mit Ueberläufen hergestellt. Eine Scheidewand geht entweder bis nahe zur Decke oder ist 1 Fuss abwärts von der Decke durchlöchert; ist die erste Abtheilung mit Excrementen angefüllt, so fliesst der flüssige Theil über, um, wie es hier in Berlin derFall ist, durch einen Canal seinen Abfluss in die Spree oder die Stadtcanäle zu nehmen. Eine zeitweilige Entleerung der Grube soll geschehen; wo aber Wasserclosets vorhanden sind, können Jahre vergehen, ehe es dazu kommt. Bisweilen stellen solche Gruben aus Cement dargestellte und hermetisch verschlossene gekoppelte Behälter dar.

Eine wirkliche Trennung des flüssigen und festen Gehalts ist nur möglich, wenn man in vorschriftsmässig construirten Gruben Separatoren mit cylindrischen Löchern aufbaut, durch welche die Flüssigkeiten in eine tiefer gelegene Grube abfliessen. Sehr gut lässt sich die Kothgrube nach dem *D'Arcet*'schen System ventiliren, während man den Urin mit desinficirenden Substanzen behandelt: für die Landwirthschaft geht nichts verloren, wenn man den flüssigen und festen Antheil wieder zusammenmischt.

Ganz vorzüglich ist folgende Einrichtung (*Fig. 21*). Die Grube ist in zwei Hälften getheilt; ungefähr am untern Drittheil der eigentlichen Kothgrube (*o*) findet sich ein poröses Steingewölbe (*f*), welches aus leichten porösen Ziegeln erbaut ist. Diese werden durch Vermischen des Lehms mit ⅓ grobem Sägemehl und Brennen dieser Masse hergestellt. Während des Brandes verbrennen die organischen Theile und bewirken dadurch eine grosse Porosität der Ziegeln, so dass sie den flüssigen Theilen der Excremente einen Durchgang gestatten. Die massive Scheidewand der Grube (*a*) reicht nicht ganz bis auf den Boden, sondern ruht an ihrem untern Ende auf einem gemauerten Gittergewölbe (*b*), unter welchem sich die aus *f* eingedrungenen Flüssigkeiten befinden. Ueber dem Gittergewölbe wird der Zwischenraum mit desinficirenden Mitteln, am besten mit gebranntem Dolomit, derart ausgefüllt, dass auf einer Lage von grobem Kiese der Dolomit in der Grösse eines Hühnereies aufgeschüttet wird. Der flüssige Theil der Grube steigt allmählig in dem Zwischenraum (*c*) in die Höhe, bis er bei *d* abfliesst; will man diesen Inhalt behufs seiner Entleerung austrocknen lassen, so öffnet man den Abfluss bei *e*. Auf diese Weise wird das desinficirende Mittel in ein gutes Dungmittel verwandelt, indem es die für die Landwirthschaft wichtigen Stoffe (Phosphorsäure, Ammoniak, Alkalien) zurückbehält. — Die festen Kothmassen lassen sich mit Schaufeln ausleeren.


Fig. 21.



Die Entleerung der Gruben mit festem und flüssigem Inhalte geschieht auf die roheste Weise durch Ausschöpfen in Wagenfässer, eine Methode, die noch in vielen Städten zur Ausführung gelangt und ganze Strassen verpestet, wenngleich die Procedur gewöhnlich des Nachts vorgenommen wird. Die Entwicklung von Schwefelwasserstoff resp. Schwefelammonium ist hierbei oft ganz bedeutend und gibt sich durch Schwarzwerden des weissen Bleiweissanstriches zu erkennen. Dass dies Verfahren auf zarte Constitutionen, namentlich auf Kinder, einen schädlichen Einfluss auszuüben vermag, ist höchst wahrscheinlich (conf. Abtrittsgase); zweckmässiger ist das mehr geruchlose Verfahren der Entleerung mittels Saugdruckpumpen.[42])

Am bekanntesten ist die Schiettinger'sche Maschine oder Newyorker Pumpe; die stinkenden Gase werden hierbei durch ein Kautschukrohr, welches an das Fass angeschraubt ist, unter die Feuerung eines transportablen Ofens geleitet.

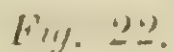
Das hydropneumatische System des Capitains Liernur ist in neuerer Zeit vielfach besprochen und sehr verschiedenartig beurtheilt worden; es unterscheidet sich vom gewöhnlichen Grubensystem besonders dadurch, dass die Excremente nur kürzere Zeit aufgespeichert werden.[43])

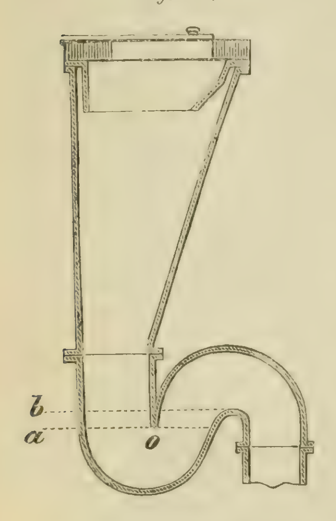
In Holland ist das System in verschiedenen Städten bei einem grösseren Häusercomplex bereits benutzt worden. Eiserne unter der Erde liegende Röhren dienen zur

Aufnahme der fäcalen Stoffe der Abtrittssitze, welche aus einer Anzahl von Nachbarhäusern in einem gemeinsamen gusseisernen, in der Mitte der Strasse liegenden Kessel angesammelt werden: jedes Rohr und jeder Kessel ist durch einen im Strassenpflaster liegenden Drehhahn verschliessbar.

Ueber dem Kessel wird eine fahrbare Dampfmaschine aufgestellt, um denselben luftleer zu pumpen; alsdann wird ein Hahn nach dem andern geöffnet, damit der Luftdruck den Rohrinhalt in den Kessel hineindrückt. Den Inhalt des Kessels pumpt die Dampfmaschine in ein Gefäss, welches weggeführt wird. Eine solche Entleerung findet täglich statt und liegt der grösste Vortheil des Verfahrens grade in dem Umstande, dass die Excremente möglichst schnell aus dem Bereiche der Wohnungen geschafft werden.

Die Hauswässer müssen besonders abgeleitet werden. Eine Wasserbespülung des Abortes ist nicht erlaubt, weil die abzuführende Masse dadurch zu sehr vergrössert und verdünnt wird. Ein Geruch in den Aborträumen macht sich leicht bemerkbar, wenn kleine Kothpartikelchen an den Kothröhren hängen bleiben; auf der Wiener Weltausstellung roch es sogar sehr unangenehm in den dort errichteten Aborten. Die Entleerung selbst ist vollständig geruchlos und die beste und wichtigste Seite dieses Verfahrens.


Fig. 22.



Das Aufsteigen der Gase aus der Rohrleitung in die Trichter und Aborträume soll ein Siphon unter dem Trichter verhüten. Ein Rest der alten Excremente bleibt aber, wenn man sich die Gestalt eines Siphon vergegenwärtigt (Fig. 22), leicht zurück, und wird erst durch die frischen Excremente verdrängt.

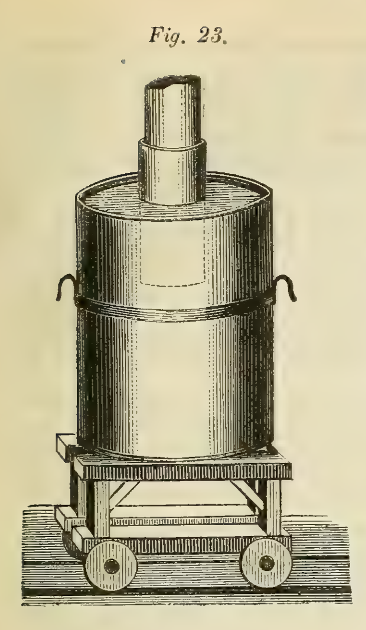
Jede Aspiration senkt den Spiegel auf die Linie *a* oder etwas tiefer, wobei Luft unter die Zunge *o* tritt, bis der Zutritt frischer Excremente den Spiegel wieder auf die Linie *b* erhebt, auf welcher er beharrt und einen vollständigen Verschluss bis zur nächsten Entleerung bewirkt. Diese Oberfläche der Excremente nebst der unvermeidlichen Beschmutzung des Trichters muss Inconvenienzen herbeiführen, wenn man den Trichter nicht noch mit einem Aspirationsschlot in Verbindung bringt oder geeignete Desinfectionsmittel benutzt. Technische Bedenken werden auch bezüglich der Wirksamkeit der Ballklappe laut, die aus einem hohlen Gummiballe besteht und bei der Entleerung den Abschluss des Seitenrohrs, in welche die Fallröhre mündet, bezweckt, um das Zurücktreten der Gase zu verhüten. Auch bedient man sich hierzu der sog. Trägheitsklappen. Soviel ist sicher, dass dies System kaum für grössere Städte brauchbar wird; nur für kleinere Arbeiterviertel könnte es seine Aufgabe erfüllen.

Das Fässer- oder Tonnensystem. Die Fäces gelangen in bewegliche Fässer (Kothtonne, fosses mobiles), welche in der Regel zweimal in der Woche wegtransportirt und durch leere ersetzt werden. Der wesentliche Unterschied zwischen dem Grubensystem beruht also darin, dass die Excremente eine viel kürzere Zeit im Bereiche der menschlichen Wohnungen verweilen und keine Gelegenheit zur Verunreinigung des Bodens geboten wird.

Die Ausführung ist schwierig, weil sich die ganze bauliche Einrichtung darnach richten muss und alte Häuser höchst schwierig hierfür umzuändern sind; auch sind die Kosten wegen der nothwendigen Apparate bedeutender. Die Abfuhr-Utensilien sind aus Eisenblech zu construiren und inwendig mit Asphalt anzustreichen, der Deckel ist in einen rinnenförmigen Falz, welcher mit Sand gedichtet wird, einzulassen.

Die Aufstellung der Tonne geschieht so, dass das untere Ende des Fallrohrs, welches aus zwei teleskopähnlich eingeschachtelten Röhren besteht, beim Unterschieben der Tonne auf die kürzeste Dimension gebracht wird; dann wird das äussere Rohr in die Tonne niedergedrückt. Bisweilen bringt man im untern Verlaufe des Fallrohrs ein Siphon an.

Zum bequemern Transport stehen die Tonnen auf einem kleinen Wagen (Fig. 23): unsauber und ganz unzulässig ist die Einrichtung, wenn bloss ein grosser Trichter auf der Tonne zur Aufnahme der Excremente aufgestellt ist. Will man die Separaration vornehmen, so bringt man eine durchlöcherte Scheidewand in der Tonne und eine seitliche Abflussröhre an.


Fig. 23.

Die zum Transport nothwendigen Wagen haben einen Schragen, woran die Tonnen hängen, um beim Fahren eine horizontale Stellung zu behalten. Am Bestimmungsort werden sie durch Drehen um ihre Achse umgestürzt und entleert.

Auch beim Fässersystem kann in Folge unzweckmässiger Einrichtung viel Geruch entstehen. Eine besondere Sorgfalt ist auf die Construction der Fässerkammer zu legen, welche hermetisch zu verschliessen und mit einem Schlot in Verbindung zu setzen ist, damit sich hier kein unangenehmer Geruch ansammelt.

Der Umfang der Fässer richtet sich nach der Zahl der Personen, welche den Abort benutzen. *Bürkli* berechnet für einen Hausbewohner binnen 4 Tage 8,76 Pfd. (täglich $^1/_{10}$ Kilo) fester und flüssiger Excremente, für 20 Personen müssen somit für diesen Zeitraum die Fässer 200 Pfd. aufnehmen. Wo man, wie in Fabriken, über Arbeitskräfte gebieten kann, hat das Fässersystem viele Vortheile.[44])

Das Fässersystem ist vielfach modificirt worden. Beim *Müller-Schür*'schen System, welches eine Theilung des Urins und der Faeces unmittelbar bei der Entleerung bewirkt, wurde ursprünglich ein auf Rollen laufender Bretterkasten unter das Sitzbrett des Abortes geschoben (Schwedisches Closet). Das Desinfectionspulver besteht aus Kalk und Holzasche; der abgeleitete Urin wird durch eine Schicht Torfkleie filtrirt.[45])

Moule hat das Fässersystem nebst Austrocknung der Excremente mittels einfacher Gartenerde empfohlen, vielleicht eingedenk der Vorschrift, welche bereits Moses 5. Buch 23. Cap. 14. v. gegeben hat. Das Erdcloset bietet grosse Vortheile dar, wenn man über passende Erde (sandigen Mergel) gebieten kann, und hat sich unter ländlichen Verhältnissen für Arbeiterwohnungen ganz vortrefflich bewährt.[46])

Nach dem *Mosselmann*'schen Verfahren werden die Faeces vom Urin getrennt und separat mit zerfallenem gebrannten Kalk behandelt; der Dungwerth wird hierbei durch den grossen Kalkgehalt vermindert.

Das Eimer-System findet sich in England, Schweden und Dänemark. Die Eimer sind in Nottingham einfache viereckige hölzerne Kasten, die unter dem Sitze stehen und auf deren Boden Asche oder Erde liegt; in Glasgow und Edinburg benutzt man hierzu eine Wanne ohne oder mit wenig Wasser; die Geschirre werden entweder täglich oder 2—3mal wöchentlich abgeholt. Die Abfuhr geschieht des Nachts, bedarf aber einer besonderen Beaufsichtigung, wenn sie ohne Störung verlaufen soll.[47])

Je häufiger die Eimer entleert werden, desto grösser ist der Vortheil; unschön ist es nur, wenn am Sitzbrett der Trichter fehlt und man beim Aufschlagen des Deckels des Sitzes sofort einen Ueberblick über den Inhalt des Eimers erhält. Dieser Umstand gewährt namentlich in den Gasthöfen von Schleswig, Dänemark und Schweden einen höchst unangenehmen Eindruck. Zweckmässiger würde es sein, wenn die Excremente häufiger mit einer Lage von Asche und Erde geschichtet würden; man würde dann weiter zu den selbstthätigen (selfacting) Erd-Closets übergehen und dadurch namentlich in Gasthöfen den Zweck vollständig erreichen.

Aufspeicherung der aus den Städten abgeführten Fäcalien. Bei der Abfuhr entsteht auch die wichtige Frage: Wo und wie soll die weitere Aufspeicherung der Immunditien ausserhalb der Städte bewirkt werden? Das Deponiren derselben in Form von Composthaufen, d. h. das Mischen und Schichten der Excremente mit Erde, Asche und humösen Substanzen ist zwar bezüglich der Düngung eine geeignete Form, veranlasst aber durch die stinkenden Exhalationen den Adjacenten grosse Belästigung. Das Ausleeren der Tonnen in Gruben mit Ueberschütten von Erde und Asche liefert weniger Geruch, ist aber nicht überall ausführbar, abgesehen davon, dass häufig Verirrte oder Betrunkene in solchen Gruben verunglückt sind.

Composthaufen dürfen nie in der Nähe bewohnter Häuser oder ohne Zusatz von Desinfectionsmitteln errichtet werden. Gyps ist hierzu ein sehr geeignetes und billiges Desinfectionsmittel, welches bei gehöriger Handhabung um so mehr den Zweck erreicht als es in mancher Beziehung den Dungwerth der Masse noch vermehrt. Alle Composthaufen müssen so gelegen sein, dass sie niemals Ueberfluthungen ausgesetzt sind.

In der neuesten Zeit geht das Bestreben dahin, die Excremente durch geeignete Zusätze und Desinfectionsmittel in eine passende Form zu bringen, sie auszutrocknen und wie Ziegelsteine längere Zeit ohne alle Belästigung aufzubewahren oder sie alsbald zur Feuerung zu benutzen. Das Abfuhrwesen würde dadurch in eine neue Phase eintreten und für kleinere Städte oder grössere Häusercomplexe viele Vortheile bieten. Die in dieser Richtung in hiesiger Stadt bisher angestellten Versuche scheinen namentlich für grössere Fabriken ein gutes Resultat zu erzielen und verdienen alle öffentliche Aufmerksamkeit.

Das directe Appliciren der Fäcalstoffe auf die Felder sollte nur dann geschehen, wenn die Ackerkrume lose, poröse und Regenwetter eingetreten ist, so dass das Unterbauen derselben sofort erfolgen kann. Bei trockner Witterung liefert diese Application schlechte Resultate, da die Pflanzen dann, wie man zu sagen pflegt, verbrennen, während durch die enorme Verdunstung ein widerlicher und höchst belästigender Geruch entsteht.

Beim Transporte der nicht weiter präparirten Fäcalstoffe auf Eisenbahnen dürfen nur geschlossene und nur metallene Gefässe benutzt werden. Die damit beladenen Waggons müssen stets die letzen des Zuges sein; wo möglich muss die Beförderung des Nachts geschehen. Der Gebrauch besonderer Waggons zur Aufnahme der Excremente sollte verboten sein, weil das Aus- und Einladen den Bahnkörper verunreinigt und die grösste Belästigung erzeugt. Dieselben Nachtheile entstehen beim Umfüllen der Fäcalstoffe in offene Schiffsräume. Es liegen uns Beobachtungen vor, welche mit höchster Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass an den Orten, wo das Aus- und Einladen stattfindet, epidemische Krankheiten einen günstigen Boden für ihre Verbreitung finden und auch manche sporadische Erkrankungen hiermit in Connex zu bringen sind. Zu Wasser geschieht der Transport am Besten in Fässern unter Wasser mittels Flösse.

2) **Wegschaffung der Küchen- und Hauswässer.** Wo es an öffentlichen, zur Aufnahme der flüssigen Abfälle bestimmten Canälen fehlt, können die Küchen- und Hauswässer sehr viele Uebelstände bereiten und besonders auch zur Verderbniss des Untergrundes beitragen. Fliessen sie in Canäle ohne Spülung ein, so geben sie zu den widerlichsten Exhalationen Anlass und liefern hierdurch gleich den Fäcalien stets den grössten Beitrag zu den sanitären Nachtheilen der alten Ablagerungscanäle, abgesehen davon, dass sie hauptsächlich die Verschlammung der letzteren vermehren. Wo es an Gelegenheit zu ihrem freien Abfluss fehlt, da ist es sehr zweckmässig, sie vorher zu desinficiren, weil sie durch ihren Gehalt an Fettstoffen einen widerlichen Fäulnissprocess erzeugen, der durch Abscheidung derselben wesentlich vermindert werden kann. Solche Fettstoffe enthalten ausser den Küchen- und Seifenwässern namentlich die blutigen Flüssigkeiten aus Schlächtereien, die bekanntlich durch ihr Stagniren in öffentlichen Strassenrinnen die Luft verpesten. Der Kalk ist ein sehr geeignetes Mittel, diesen Belästigungen vorzubeugen, weil er alle Fettstoffe fixirt, so dass diese noch pecunair verwerthet werden können.

Vohl hat für die Stadt Cöln berechnet, dass bloss für den Zufluss der gebrauchten Seifenwässer in die Canäle ein Verlust von Fettstoffen im jährlichen Betrage von 24—25000 Thlrn. erwächst, wenn man nur die gebrauchte Schmierseife berücksichtigt. Rechnet man noch die Benutzung der Seife Seitens der öffentlichen Anstalten hinzu, so ist der zu erzielende Gewinn nach Abzug aller Kosten mit circa 37,000 Thlrn. zu beziffern.

Die Einrichtung in den Haushaltungen könnte sehr einfach in der Weise getroffen werden, dass man die Küchen- oder Seifenwässer in ein aufrechtstehendes Fass laufen lässt, welches am Boden mit einem Zapfen versehen ist. Auf dem Boden des

Fasses liegt eine 3 Zoll hohe Schicht kleiner Kieselsteine, die mit einem groben Packtuche bedeckt ist; letzteres wird durch aufgelegte grössere Steine auf dem Boden festgehalten. Das eingelassene Wasser wird so lange mit Kalkmilch versetzt, bis kein Gerinnsel mehr entsteht; alsdann scheidet sich nach einiger Zeit die Kalkseife rahmähnlich auf der Oberfläche ab, während das klare Wasser durch den Krahnen abgelassen werden kann. Die so gebildete Kalkseife kann 40—60% fette Säuren enthalten und ist ihr Werth dem des Leimfettes gleichzustellen; sie lässt sich zur Darstellung der Karrenschmiere, der geringen Schmierseife und besonders des Leuchtgases u. s. w. benutzen. Es könnte hieraus den Bediensteten ein Vortheil erwachsen, wenn sie zu dieser kleinen Mühewaltung bereit wären, grade wie sie schon jetzt auf die Ansammlung von Knochen, Lumpen, Papier u. s. w. Bedacht nehmen.

Ausserdem verdienen hierbei die offenen überirdischen Strassenrinnen noch eine besondere Beachtung, da sie schon wegen des Abflusses des Regenwassers nicht entbehrt werden können; müssen sie aber noch zum Abfluss der Hauswässer dienen, so kann das Hineinkehren von Kehricht, Gemüseabfällen u. s. w. nicht verhütet werden, wodurch alle Strassenrinnen um so mehr mit sanitären Nachtheilen verbunden sind, je weniger ihre sachgemässe Construction im Auge behalten wird.

Fast alle Strassenrinnen verderben den Untergrund, weil häufig bei ihrer ersten Anlage ein richtiges Nivelliren übersehen und dadurch von vornherein ein Stauen ihres Inhalts herbeigeführt wird. Fast überall begegnet man nur gepflasterten Rinnen ohne undurchlässigen Untergrund: hierdurch wird nicht nur der Abfluss gehemmt, sondern auch die Aufsaugung des schmutzigen Rinnsteinwassers vom Boden befördert.

Die Anlage der Strassenrinnen steht in engster Verbindung mit dem Strassenpflaster: so lange dieses noch aller sanitärer Rücksichten entbehrt, kann auch von einer sachgemässen Beschaffenheit der Strassenrinnen nicht die Rede sein, da Undurchlässigkeit bei Strassenbauten die erste Bedingung ist. Hier ist es die Aufgabe der Techniker, sich die alten Römer zum Vorbilde zu nehmen, welche bekanntlich nur gänzlich undurchlässige und allen Einflüssen widerstehende Strassen bauten, wenn man nicht die in der Gegenwart eingeschlagene Richtung, asphaltirte Strassen herzustellen, verfolgen will; dadurch würde auch den Strassenrinnen der undurchlässige Untergrund gesichert. Ausserdem eignen sich feste, nicht aufsaugende Bruchsteine für solche Rinnen; diese müssen stets einen Halbkreis bilden, um so viel als möglich ein Ueberfliessen zu vermeiden, während Eisengitter, namentlich bei Querrinnen, das Ueberfahren von Fuhrwerk gestatten. Alle Rinnen müssen wie die Stadtcanäle nach einem bestimmten Plan angelegt werden, damit sich die Neben- oder Zweigrinnen in eine Hauptrinne vereinigen, die schliesslich in einen Haupt- oder Ringcanal mündet.

Alle diese Gesichtspuncte sind (ceteris paribus) auch für grössere Fabrikanlagen und Arbeiterviertel massgebend.

3) Wegschaffung der industriellen Abfälle. Hier kann die **Canalisationsfrage** nicht umgangen werden, da es sich bei der Beseitigung der industriellen Abfälle darum handelt, ob die öffentlichen Canäle hierzu zu benutzen sind oder nicht. Bisher stand nur bezüglich der Beseitigung der Fäcalien die Frage: ob Abfuhr oder Canalisation? auf der Tagesordnung; sie ist aber auch für die Beseitigung der industriellen Abfälle ebenso wichtig.

Was zunächst die **Fäcalstoffe** betrifft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Canalisation bei richtiger Construction der Canäle und bei ausreichender Spülung alle Dejectionen am sichersten, schnellsten und bequemsten aus dem Bereiche der Städte entfernt. Der wichtigste Einwurf gegen dieses System besteht in dem Kostenpunct, da schon vor 12 Jahren Rawlinson für Städte von 30,000 Einwohnern die Ausgaben auf 1 Pfd. Sterl. pro Kopf berechnet hat.[48]) In Danzig beliefen sich die Kosten auf 8 Thlr. und in Berlin werden sie sich wahrscheinlich auf 14 Thlr. pro Kopf erhöhen. Je ungünstiger das Gefälle ist, desto höher steigen die Kosten durch die Einrichtungen zum Aufpumpen und Fortbewegen des Canalinhaltes. Was man sonst noch gegen dieses System eingeworfen hat, z. B. das Undichtwerden der Canäle, das Verderben des Untergrundes, das Austreten von stinkenden Ausdünstungen aus den Canälen in die Wohnungen u. s. w., ist bei sachgemässer Anlage irrelevant. Die heftige Opposition gegen die Canalisation ist sicher aus Unkenntniss der Verhältnisse entstanden, da man beständig die Nachtheile der alten Canäle, der eigentlichen Ablagerungscanäle, auch auf die Schwemmcanäle übertrug. Erstere sind im eigentlichsten Sinne Cloaken und gehören zur Kategorie der Abtrittsgruben, da sie alle Nachtheile derselben in sich vereinigen. Sie erfahren nur gelegentlich eine Spülung durch Regengüsse: alle intermittirenden Spülungen sind aber recht geeignet, die alten Schlammmassen aufzuwühlen und die riechenden Gasexhalationen sehr fühlbar zu machen. Bei

Schwemmcanälen beginnt die Spülung schon beim Wassercloset, weshalb eine zweckmässige Einrichtung desselben zu den ersten Bedingungen gehört. Man bedient sich jetzt allgemein der Closets mit Klappentopf, die im Handel als Closets erster Classe vorkommen: an einen Topf mit verschliessbarem Deckel schliesst sich nämlich ein Siphon an, so dass das Zurücktreten der Gase aus den Röhren unmöglich ist. Durch die Gesammtwirkung dieser Einflüsse in die Canäle muss wenigstens eine 300fache Verdünnung der Fäcalien mit Wasser bewirkt werden, wobei schon alle urinösen Flüssigkeiten den Geruch verlieren. Da die Temperatur des Canalinhalts wenig oder gar nicht von der äusseren Temperatur abhängt, so werden auch die etwa auftretenden Fäulnissproducte modificirt, d. h. es werden weniger stinkende und flüchtige Substanzen auftreten. Je reichlicher die Spülung ist, desto weniger können sich Canalgase bilden und wo sie entstehen, werden sie rasch vom Schwemmwasser absorbirt. Wie bedeutend aber der Wasserconsum hierbei werden kann, hat bereits Hamburg gezeigt, wo sich derselbe bis auf 6 Cubikfuss pro Kopf und Tag gesteigert hat.[49])

Die Construction der Canäle gehört in das Gebiet der Bautechnik und kann hier nicht näher erörtert werden: zuverlässig kann gegenwärtig ihre Undurchlässigkeit mittels guter Cementirungen dargestellt werden.[50]) Wichtiger ist in sanitärer Beziehung die Frage der **Wegschaffung des Canalinhalts.**

Die Schwierigkeit der Frage, auf welche Weise die **Beseitigung** resp. **Verwerthung des Canalinhalts** (Sewage) bewirkt werden soll, ist aus der Mannigfaltigkeit der in dieser Richtung angestellten Versuche ersichtlich. Bisher hat man folgende Methoden theils ausgeführt, theils vorgeschlagen:

a) den directen Einfluss des Canalinhalts in Flüsse, b) das Filtrationsverfahren, c) das Präcipitationsverfahren, d) die Combination von Filtration und Praecipitation, e) die Berieselung der Aecker, Wiesen u. s. w. mit dem Canalinhalt.

ad a) **Der directe Einfluss des Canalinhalts in die Flüsse** hat die grössten Bedenken und sollte eigentlich nie zur Ausführung kommen, da man die Flüsse dadurch entwerthet, kleinere Wasserläufe ganz unbrauchbar macht, die ökonomische und technische Benutzung des Flusswassers ganz ausserordentlich erschwert und bei Ueberschwemmungen solcher Flüsse höchst gesundheitswidrige Zustände schafft, wenn Wohnungen im Inundationsgebiete liegen. Bei Flüssen mit Ebbe und Fluth wird die Fortspülung der Zuflüsse erschwert, wie besonders in der Themse experimentell festgestellt worden ist.

Wenn in Hamburg schon 30 Jahre lang die Elbe allen Canalinhalt angeblich ohne nachweisbaren Schaden aufgenommen hat, so ist dadurch noch nicht die Unschädlichkeit dieses Verfahrens bewiesen, wenigstens haben sich an manchen Uferstellen schon bedeutende Verschlammungen bemerkbar gemacht und jedenfalls ist ein häufiges Ausbaggern des Flusses nothwendig geworden, so dass noch nicht abzusehen ist, ob nicht auch Hamburg künftig wie Paris gezwungen sein wird, von diesem Verfahren abzustehen; freilich ist die Seine nicht mit der Elbe zu vergleichen, da grade bei diesem Flusse das bedeutende Wasserquantum selbst Massen von fremdartigen Substanzen zu bewältigen vermag. Immerhin geht der Landwirthschaft durch die Vergeudung der Dungstoffe ein grosses Capital verloren, während unter Umständen auch die Fischzucht gefährdet ist.[51]) Bei der ökonomischen Benutzung eines solchen Flusswassers wird es selbst nach stattgefundener Reinigung noch fraglich bleiben, ob dasselbe dann auch die Fähigkeit verloren hat, der Verbreitung von epidemischen Krankheiten Vorschub zu leisten. Die Verwerthung des Canalinhalts ist daher durchaus nicht eine blosse Geldfrage, wie man bisher vielfältig behauptet hat, sondern vielmehr ein sanitäres Erforderniss. Man hat zwar angenommen, dass namentlich die von den Schwemmcanälen zugeführten frischen Fäcalien in den Wasserläufen keiner fauligen Zersetzung unterliegen, sondern durch den Einfluss des Sauerstoffes

rascher oxydirt und in die geruchlosen Endproducte (Ammoniak, Salpetersäure u. s. w.) übergeführt werden; man hat aber dabei übersehen, dass dieser Process viel langsamer vor sich geht als man sich gewöhnlich vorstellt. Nach Frankland's Untersuchungen soll ein mit dem 20fachen Volumen Wasser gemischtes Sielwasser selbst nach 168 (engl.) Meilen langem Fliessen mit einer Geschwindigkeit von einer Meile die Stunde oder nach Verlauf einer Woche kaum Zweidrittel seiner organischen Materie verlieren.[51])

Die frischen Excremente haben durchschnittlich ein etwas geringeres spec. Gewicht als das Wasser; sie werden theilweise gelöst und zerfallen dann in eine breiige Masse, welche noch auf der Oberfläche schwimmt. Einzelne Fragmente sinken aber unter und lagern sich bei unzureichender Strömung auf der Flusssohle oder an seichten Uferstellen ab. Je geringer die Strömung und das Wasserquantum sind, desto eher zeigen sich selbstverständlich diese Zustände, desto eher treten auch die Verschlammungen der Ufer ein, namentlich wenn das Wasser sinkt und grössere Strecken derselben bloss gelegt werden. Je wechselnder der Wasserstand eines Flusses ist, desto weniger sollte man den Einfluss des Canalinhaltes gestatten. Selbst bei grossen Flüssen muss sich schliesslich der Nachtheil in irgend einer Weise kundgeben, wenn alle grössern Städte u. s. w. sich auf eine so bequeme Weise ihres Canalinhaltes entledigen wollten. Mag auch in einem gegebenen Falle die Einwohnerzahl einer Stadt im richtigen Verhältniss zur Grösse, zum Gefälle und zum Wasserquantum des Flusses stehen, mag auch der Canalinhalt in der vorschriftsmässigen Verdünnung in den Fluss gelangen, mögen auch dessen Ufer undurchlässig und mit einer reichlichen Vegetation versehen sein, alle diese Bedingungen vermögen nicht auf die Dauer die Selbstreinigung des Flusses sicher zu stellen, wie England uns durch warnende Beispiele gelehrt hat. Freilich sind dort auch noch die massenhaften Industrieabfälle hinzugekommen, um das Flusswasser einzelner Flüsse in eine schwarze Brühe zu verwandeln: ist aber einmal der Einfluss des Canalinhalts in einen Fluss gestattet, so hört alle Controle über den Zu- und Einfluss des Zulässigen oder Unzulässigen auf und grade in diesem Umstande liegt der Schwerpunct aller Gründe, welche überhaupt gegen den Einfluss des Canalinhalts in die Flüsse sprechen. Bei den Schwemmcanälen wird man stets darauf zu achten haben, dass nicht alle Industrieabfälle ohne Weiteres in dieselben abgeleitet werden. Starke Säuren, viele Metalle oder ein reicher Gehalt an Carbolsäure werden nicht bloss alle Flüsse benachtheiligen, sondern auch die Benutzung des Canalinhaltes zur Berieselung sehr beeinträchtigen. Eine Verunreinigung der Flüsse wird im höchsten Grade besonders durch die Abfälle der Färbereien und Druckereien herbeigeführt.

Seit der häufigen Anwendung des aus arseniksaurem Natrium hergestellten Kuhkothbades sind die Abfallwässer oft mit diesem giftigen Körper verunreinigt. In England hat man im Flusse Merbey in 100,000 Theilen 0,24 und im Irwell 0,48 Theile Arsenik nachgewiesen. Bei Bleichereien hängt es von der Concentration der Abfallwässer ab, ob und inwieweit sie den Flüssen Schaden zufügen; je kleiner diese sind, desto eher wird sich auch ein Nachtheil für die angrenzende Vegetation bemerkbar machen. Chemische Fabriken können in mannigfacher Weise, je nach der Art der Fabrication, auf die Flüsse nachtheilig wirken. Es sei hier bloss an die Manganrückstände bei der Chlorkalkfabrication, das Calciumoxysulfid bei der Sodafabrication und die Menge von Salzsäure, welche bei der Fabrication von Barytweiss abfällt, erinnert. Abgesehen davon, dass namentlich die Salzsäure auf die Dauer alle Canäle verdirbt und ganz baufällig macht, müssen alle differenten Substanzen der genannnten Art auch die industrielle Benutzung des Flusswassers erschweren oder unmöglich machen.

Der hieraus entstehende Nachtheil hat in England immer mehr auf die Nothwendigkeit hingewiesen, die Schmutzwässer der Fabriken vor dem Einleiten in die Flüsse zu reinigen; man hält es sogar für möglich, ihre Reinigung bis auf den Grad zu bringen, dass sie für die Fabrication wieder brauchbar werden.

Die Vortheile der Reinerhaltung des Flusswassers haben sich auch für die Industrie bereits in hohem Grade bewährt, so dass z. B. neun und dreissig Firmen, welche im Mersey- und Ribble-Becken verschiedene Industriezweige betreiben, den Nutzen, welchen sie hieraus ziehen, auf jährlich 70,000 Thlr. berechnen. Eine Kattundruckerei gab den für sie jährlich aus dem reinen Flusswasser erwachsenden Gewinn auf ca. 20,000 Thlr. an.

Eine für die Untersuchung der Flüsse berufene Englische Commission ist mit Berücksichtigung der im Becken des Mersey und Ribble auftretenden Arten der Verunreinigung und nach dem Resultate der bisher benutzten Reinigungsmethoden zu der Ueberzeugung gelangt, dass folgende Flüssigkeiten als verunreinigend anzusehen sind und nicht in die Wasserläufe eingelassen werden dürfen:

1) Jede Flüssigkeit, welche in 100,000 G. Th. Wasser mehr als 3 G. Th. suspendirte anorganische oder 1 G. Th. suspendirte organische Stoffe enthält.

2) Jede Flüssigkeit, welche in 100,000 G. Th. mehr als 2 G. Th. organischen Kohlenstoff oder 0,3 G. Th. organischen Stickstoff in Lösung enthält.

3) Jede Flüssigkeit, welche bei Tageslicht eine bestimmte Farbe zeigt, wenn sie in einer Schicht von 1 Zoll Tiefe in ein weisses irdenes oder Porcellangefäss gebracht wird.

4) Jede Flüssigkeit, welche in 100,000 G. Th. mehr als 2 G. Th. eines Metalls mit Ausschluss von Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium in Lösung enthält.

5) Jede Flüssigkeit, welche in 100,000 G. Th., gleichviel ob suspendirt oder gelöst, mehr als 0,05 G. Th. metallisches Arsen als solches oder in Form irgend welcher Verbindung enthält, gleichviel ob in Suspension oder Lösung.

6) Jede Flüssigkeit, welche nach ihrer Ansäuerung mit Schwefelsäure in 100,000 G. Th. mehr als 1 G. Th. freies Chlor enthält.

7) Jede Flüssigkeit, welche in 100,000 G. Th. mehr als 1 G. Th. Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff oder als lösliches Sulfid enthält.

8) Jede Flüssigkeit, die mehr Säure enthält als eine solche, welche man durch Zusatz von 2 Th. (wasserfreie) Chlorwasserstoffsäure in 1000 Th. destillirtem Wasser darstellt.

9) Jede Flüssigkeit, die eine grössere Alkalinität besitzt als eine solche, welche man durch Lösung von 1 G. Th. trocknem Aetznatron in 1000 G. Th. destillirtem Wasser darstellt.[52])

Selbstverständlich verdienen die localen Verhältnisse, namentlich die Grösse und Strömung der Flüsse, eine Berücksichtigung. Ueberall aber, wo die Industrie eine bedeutende Entwicklung nimmt, ist mit Rücksicht auf obige Untersuchungen stets für die Reinheit der Flüsse zu sorgen; liegen deutliche und nachgewiesene Schäden vor, so erzwinge man aber auch mit Consequenz eine Abhüfe dieser Uebelstände. Es ist durchaus erforderlich, dass die Gesetzgebung hier zu Hülfe komme, damit die Gewerbe-Hygiene in ihr eine Handhabe gewinne, um die aufgedeckten Schäden auch zu beseitigen.

In Preussen gilt das Gesetz über die Benutzung der Privatflüsse vom 28. Februar 1843 (G.-S. S. 41), welches durch Verordnung vom 9. Januar 1845 (G.-S. S. 35) auch in den Landestheilen, die zum Bezirk des Appellationsgerichtshofes zu Cöln gehören, Anwendung finden soll.

§ 1 dieses Gesetzes lautet: „Jeder Uferbesitzer an Privatflüssen*) (Quellen, Bächen oder Fliessen, sowie Seen) ist, sofern nicht Jemand das ausschliessliche Eigenthum des Flusses hat oder Provincialgesetze, Localstatuten oder specielle Rechtstitel eine Ausnahme begründen, berechtigt, das an seinem Grundstück vorüberfliessende Wasser unter den in den § 13 u. s. w. enthaltenen näheren Bestimmungen zu seinem besondern Vortheile zu benutzen. Jedoch verbleibt es in Ansehung der Benutzung des Wassers zu Mühlen und andern Triebwerken, sowie auch in Ansehung der Fischerei-Berechtigung und der Vorfluth bei den bestehenden gesetzlichen Vorschriften, so weit diese durch gegenwärtiges Gesetz nicht ausdrücklich abgeändert sind.“

§ 3: „Das zum Betriebe von Färbereien, Gerbereien, Walken und ähnlichen Anlagen benutzte Wasser darf keinem Flusse zugeleitet werden, wenn dadurch der Bedarf der Umgegend an reinem Wasser beeinträchtigt oder eine erhebliche Belästigung des Publicums verursacht wird.“

*) Unter Privatflüssen versteht man solche, welche ein bestimmtes abgegrenztes Bett haben.

Die Entscheidung hierüber steht der Polizeibehörde zu. Nach einem Erkenntniss des Competenz-Gerichtshofes vom 9. November 1861 (Just.-Min.-Bl. S. 192) ist gegen die polizeiliche Verfügung, welche den Zweck hat, die Entscheidung hierüber zwangsweise durchzuführen, nur der Weg der Beschwerde, nicht aber der Rechtsweg zulässig.

Auch nach einem Erkenntniss des Rhein. Appell.-Gerichtshofes vom 7. März 1860 sind die Gerichte incompetent, über eine Klage zu erkennen, welche Unterdrückung oder Abänderung gewerblicher Anlagen aus dem Grunde verlangt, weil durch die bestehenden Einrichtungen schmutzige Stoffe einem Privatflusse in solcher Menge zugeführt würden, dass dadurch der Bedarf der Umgegend an reinem Wasser beeinträchtigt und eine erhebliche Belästigung des Publicums veranlasst werde. Eine solche Klage ist auch Seitens einer Stadtgemeinde unstatthaft; auch diese kann als solche nur auf Schadenersatz in ihrer Eigenschaft als Adjacentin des Privatflusses klagen.

§ 6: „Die Anlegung von Flachs- und Hanfrösten kann von der Polizeibehörde untersagt werden, wenn solche die Heilsamkeit der Luft beeinträchtigt oder zu den im § 4 bezeichneten Nachtheilen (bezüglich des freien Abflusses des Wassers) Anlass gibt."

§ 13: „Das dem Uferbesitzer nach § 1 zustehende Recht zur Benutzung des vorüberfliessenden Wassers unterliegt der Beschränkung, dass 1) kein Rückstau über die Grenze des eigenen Grundstücks hinaus und keine Ueberschwemmung oder Versumpfung fremder Grundstücke verursacht werden darf, und 2) das abgeleitete Wasser in das ursprüngliche Bett des Flusses zurückgeleitet werden muss, bevor dieses das Ufer des fremden Grundstücks berührt.

Sind mehrere an einander grenzende Uferbesitzer über eine Anklage einverstanden, so werden die Grundstücke derselben, bei Anwendung der vorstehenden Beschränkungen, als ein einziges Grundstück angesehen."

Bei kleinern Bächen oder Flüssen muss somit der Fabricant schon bei der Anlage einer Fabrik über die Fragen schlüssig sein: 1) ob der betreffende Wasserlauf das zum Betriebe erforderliche Wasser liefert, und 2) ob demselben ohne Beschädigung der unterhalb liegenden Besitzer die Abgänge zugeführt werden können. Ist letzteres nicht der Fall, so muss er auf die Mittel und Wege Bedacht nehmen, durch welche eine vorhergehende Reinigung ermöglicht wird, sei es nun durch eine der bisher am meisten bewährten Methoden der Filtration und Präcipitation oder durch Berieselung. Eine Versenkung des Wassers ist bisher nur statthaft gewesen, wenn es aus Brunnen, nicht aber, wenn es aus Bächen oder Flüssen entnommen ist. Jedenfalls darf das einem Wasserlaufe entnommene Wasser demselben nicht wieder zugeführt werden, wenn es durch seine unreine Beschaffenheit die Umgegend in ihrem Bedarf an reinem Wasser beeinträchtigt oder auf anderweitige Weise belästigt.

Das Gesetz kommt somit der Gewerbe-Hygiene zur Hülfe und es ist Sache der Polizeibehörde, zeitig die betreffenden Uebelstände aufzudecken und zu beseitigen, nicht aber Jahre lang, wie es meistens der Fall ist, zum öffentlichen Aergernisse und zur Schädigung der öffentlichen Gesundheit fortbestehen zu lassen.

Bezüglich der Verunreinigung der schiff- und flossbaren Flüsse und Canäle ist die Cabinets-Ordre vom 24. Februar 1816 (G.-S. S. 108) massgebend. Dieselbe lautet:

„Auf Ihren Bericht vom 18. d. Mts. setze Ich, zur Verhütung der Verunreinigung der schiff- und flossbaren Flüsse und Canäle, hierdurch fest, dass kein Besitzer von Schneidemühlen Sägespäne oder Borke, und überhaupt Niemand, der eines Flusses sich zu seinem Gewerbe bedient, Abgänge in solchen Massen in den Fluss werfen darf, dass derselbe dadurch, nach dem Urtheil der Provincial-Polizeibehörde, erheblich

verunreinigt werden kann, und dass Jeder, der dawider handelt, nicht nur die Wegräumung der den Wasserlauf hemmenden Gegenstände auf seine Kosten vornehmen lassen muss, sondern auch ausserdem eine Polizeistrafe von zehn bis fünfzig Thalern bewirkt hat.“

Bei gewerblichen Anlagen, die keiner besondern Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde, sondern nur einer polizeilichen Erlaubniss bedürfen, ist die Rücksichtnahme auf die erwähnten Puncte ganz besonders erforderlich, um nicht während des Betriebes mit dem Gesetze in Conflict zu kommen. — [53])

ad b) Das **Filtrationsverfahren** hat man in England längere Zeit bei der Reinigung des Canalinhalts angewendet; bei den Fäcalien hat man aber mit demselben keine günstigen Erfahrungen gemacht und bald eingesehen, dass eine nachhaltige Einwirkung der atmosphärischen Luft und ganz besonders ein geeigneter filtrirender Boden erforderlich ist, um die organischen Substanzen in unschädliche unorganische Verbindungen zu verwandeln. Diese Versuche sind deshalb ganz besonders bemerkenswerth, weil sie den nothwendigen Uebergang zur Berieselung bilden, indem man von den verschiedenen Filtern mit Sand, Kies, Kalk u. s. w. zu roh aufgepflügtem Lande überging. Man überzeugte sich aber bald, dass ein solches Land während dieser Zeit für den Ackerbau nutzlos blieb und dabei eine grosse Fläche von mehr oder weniger in Fäulniss übergegangenen Stoffen darbot, welche wieder andere sanitäre Nachtheile im Gefolge hatte; aus practischen und sanitären Gründen hat man daher bei den Fäcalien von diesem Verfahren Abstand genommen.

Bei den flüssigen Industrieabfällen schickt man gewöhnlich ein Absetzenlassen der Filtration voraus; häufig begnügt man sich aber auch mit dem erstern, da die Filtration schon wegen der dazu erforderlichen filtrirenden Substanzen und ihrer öftern Reinigung eine grössere Mühewaltung erfordert.

Zum Absetzenlassen gebraucht man stets mehrere Klärbassins, um zunächst die gröbern und dann die mehr suspendirten Theile sich senken zu lassen. Eine solche Einrichtung findet man vorzugsweise in Kattundruckereien und Färbereien. In den grossartigen Druckereien zu Levenshulme bei Manchester gelang es bei einer sorgfältigen Ausführung der Klärung Abfallwässer zu erzeugen, welche in 100,000 Th. 39,75 lösliche Stoffe, 1,051 organ. Kohlenstoff, 0,119 organ. Stickstoff, 0,21 Arsenik, 0,131 gebundenen Stickstoff, 4,28 Chlor enthielten. Wegen des Arsengehalts würde es jedoch noch bedenklich bleiben, solche Abfallwässer in kleinere Flüsse ablaufen zu lassen; bei einer noch grössern Verdünnung in Schwemmcanälen würde sich die Gefahr erheblich mindern.

Bei der Filtration unterscheidet man die absteigende intermittirende und die aufsteigende; im Allgemeinen kommt erstere häufiger als letztere zur Anwendung. Ein mergelhaltiger Sand filtrirt am besten; je grösser das Quantum der Abfallwässer ist, desto mehr Filter bedarf man natürlich. In England benutzt man oft 6—10 Filter von 40 Ellen Länge, während die Klärbassins bisweilen den Umfang eines Morgen erreichen; die Reinigung der Filter geschieht in der Regel alle 14 Tage, wenn die Höhe der Sandschicht 5 Fuss beträgt. Die Filtration wird erleichtert, wenn man die frischen Abfallwässer derselben unterwirft; je älter sie sind, desto mehr steigert sich die Schwierigkeit bei ihrer Reinigung.

In Kattundruckereien hat man die Beobachtung gemacht, dass durch die Filtration alles Arsen zurückgehalten wird, wenn die Filter ein paar Wochen in Thätigkeit sind. In Deutschland ist das Filtrationsverfahren fast unbekannt, obgleich es auch in England vorzugsweise dann gebräuchlich ist, wenn schmutziges Flusswasser wieder zur Fabrication, namentlich zum Beuchen, Waschen u. s. w., nutzbar gemacht werden soll.

ad c) Das **Präcipitationsverfahren bei den Fäcalien** besteht darin, dass man mittels chemischer Mittel die Dungstoffe aus dem Canalwasser zu fixiren sucht, um die rückständige Flüssigkeit frei ablaufen zu lassen.

Zunächst ist das *Süvern*'sche Verfahren zu erwähnen, welches gleichzeitig eine Desinfection des Canalinhalts bezweckt. Man löst 100 Th. Kalk in 300 Th. Wasser, setzt 8 Th. Theer, 30 Th. Chlormagnesium und so viel Wasser hinzu, dass das Ganze 1000 Th. beträgt.

Die Ausführung desselben ist mit grossen Kosten verbunden: die Mischung wird fortwährend in dünnem Strahl der in einen engen Canal abgeleiteten Flüssigkeit zugesetzt, welche alsdann in Klärbassins gelangt, wo sich eine mit dem Spaten bearbeitbare Masse absetzt, die wegen ihres Gehalts an carbolsaurem Calcium keinen Dungwerth hat. Dazu kommt, dass das Chlormagnesium als solches sich leicht mit Kalkverbindungen umsetzt und zwar unter Bildung von Chlorcalcium, welches bekanntlich der grösste Feind aller Vegetation ist.

Allerdings enthält der Niederschlag ausser den gesammten suspendirten Bestandtheilen den grössten Theil der gelöst gewesenen Phosphorsäure; dieselbe verliert aber unter den obwaltenden Verhältnissen ihre Bedeutung für den Ackerboden. Das abfliessende Wasser enthält neben gelöstem Kalk die gesammten, durch Kalk in weitere Zersetzung gebrachten extractiven Materien und ausserdem den bei Weitem grössten Theil der Alkalien; gelangt dasselbe in Gräben mit mangelndem Gefälle, überhaupt in stillstehendes Wasser, so tritt eine höchst belästigende Nachgährung ein, die mit sehr unangenehmen Gerüchen verbunden ist.

Das *Clark*'sche Verfahren besteht in einer Vermischung des Canalinhalts mit Kalkmilch, in Absetzenlassen in Klärbassins und Gewinnung des Niederschlages. Dieses und das *Lenk*'sche Verfahren, welches in der Benutzung von rohem Aluminiumsulfat besteht, vermag weder einen verwerthbaren Dünger, noch eine ausreichende Reinigung der abfliessenden Massen zu bewirken.

Dasselbe lässt sich von dem *Sillar*'schen Verfahren oder dem A-B-C-Process sagen, dessen Name von den Anfangsbuchstaben der hierzu gebräuchlichen Substanzen herrührt, da die Mischung aus *A*laun, *B*lut und *C*lay (Thon) nebst Magnesia, Chlornatrium, Kohle und Dolomit besteht.

Dem Präcipitationsverfahren steht überhaupt der Umstand entgegen, dass sich die Menge des Präcipitationsmittels auch nach dem Gehalte der Abfallstoffe an Stickstoff, Phosphorsäure u. s. w., d. h. nach der Nahrung der Einwohner richten muss. So ist es z. B. bekannt, dass die Ernährung mit ungebeuteltem Brot, mit Schwarzbrot, einen höhern Phosphorgehalt der Excremente bedingt, welcher dann auch einen reichlichern Zusatz des Präcipitationsmittels erfordert.[54])

Bei den Industrieabfällen ist das Präcipitationsverfahren nach ihrer Natur und Beschaffenheit verschieden und wird, um Wiederholungen zu vermeiden, bei den betreffenden Artikeln, z. B. bei Manganchlorür, Calciumoxysulfid u. s. w., näher besprochen werden. Die vielfach hier vorkommenden chemischen Processe haben ein besonderes Gewerbe, die Industrie der Abfälle, geschaffen, ein Gebiet, welches den Forschungstrieb der Chemiker um so mehr in Anspruch nimmt, als es auch oft in pecuniärer Beziehung bedeutende Vortheile bietet; gleichzeitig aber kommen alle bezüglichen Entdeckungen ebenfalls der Gewerbe-Hygiene zu Gute. Man kann behaupten, dass jene Art der Industrie einen wesentlichen Theil der letztern repräsentirt.

ad d) **Die Combination von Präcipitation und Filtration.** Sie ist bei Fäcalien angezeigt, jedoch nicht unter zu grossen städtischen Verhältnissen, wohl aber bei grössern Fabrikanlagen, bei denen es nicht an Arbeitskräften mangelt und jede andere Verwerthung der Dejectionen auf Schwierigkeiten stösst.

Unter den Präcipitationsmitteln hat man den Dolomit oder Bitterspath, das bekannte Doppelsalz von Calcium- und Magnesiumcarbonat, noch zu wenig benutzt. Die Natur liefert dasselbe in unbegrenzter Menge; durch Calciniren wird die Kohlensäure verjagt und man erhält ein Gemisch von alkalischen Erden, welche sich in Berührung mit Wasser in Hydrate verwandeln. Dieses Löschen geschieht wie beim Löschen des Kalkes, erfordert jedoch etwas längere Zeit und das Product ist ein magerer Kalk, welcher dem Cloakenwasser die stickstoffhaltigen Substanzen, die Phosphorsäure und einen grossen Theil von Kali zu entziehen vermag: grade diese Stoffe haben aber bekanntlich den grössten Dungwerth.

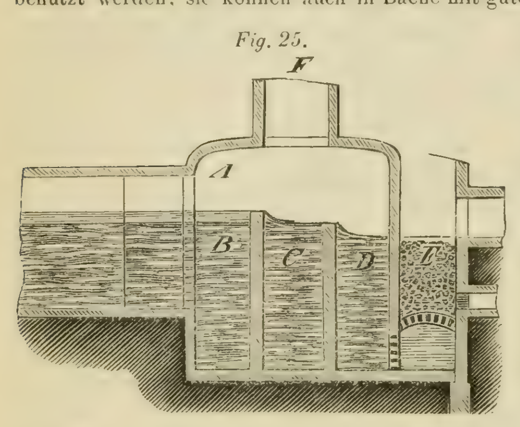
Die stickstoffhaltigen organischen Substanzen sind theils gelöst, theils suspendirt: die suspendirten Substanzen können leicht durch Zusatz von eigentlichen und alkalischen Erden gebunden werden. Was die löslichen Substanzen betrifft, so wird der Harnstoff, abgesehen von dem schon aus ihm entstandenen Ammoniak, durch Zusatz von alkalischen Erden in Ammoniak verwandelt, während die Harnsäure hierdurch als eine unlösliche Verbindung fixirt wird.

Es handelt sich nun vorzugsweise um die Fixirung von Ammoniak. Im Canalinhalt befinden sich stets aus dem Urin stammende phosphorsaure Salze in

löslicher Form; die Phosphorsäure verbindet sich aber leicht in einer alkalischen resp. ammoniakalischen Flüssigkeit mit der Magnesia zu dem schwer, fast unlöslichen Tripel-Phosphat (Ammoniummagnesiumphosphat $Mg(NH_4)PO_4 + 6H_2O$). Calcium- und Magnesiumhydrat vermögen somit den Stickstoff in Form von Ammoniak gleichzeitig mit der Phosphorsäure zu fixiren. Durch den Zusatz dieser Hydrate wird auch die Entwicklung von Schwefelwasserstoff sofort gehoben, da dieser in einer alkalischen Flüssigkeit bei Gegenwart von im Canalwasser nie fehlendem Eisenoxyd sofort zerlegt wird, indem sich neben Schwefeleisen Wasser bildet. Der schwarze Schlamm im Canalwasser besteht gewöhnlich aus Schwefeleisen.

Die als Nitrate und Nitrite auftretenden Zersetzungsproducte der stickstoffhaltigen animalischen Substanzen werden allerdings nicht fixirt; sie sind aber bei allen frischen Abfällen wenig vertreten, unterliegen keiner weitern Zersetzung und könnten ohne Gefahr mit demabfiltrirten Wasser, z. B. zur Bewässerung von Wiesen, Gärten u. s. w., benutzt werden; sie können auch in Bäche mit guter Strömung direct abgelassen werden.

Fig. 25.



Zu diesem Filtrations- und Präcipitationsverfahren gehört ein Klärbassin (Fig. 25), welches überwölbt und nöthigenfalls mit einem Schlot (*F*), der mit einer Feuerung in Verbindung steht, versehen ist. Das Bassin enthält mehrere Abtheilungen; in der ersten Abtheilung (*B*) setzt sich Sand mit den specifisch schweren Substanzen, in den Abtheilungen *C* und *D* ein Schlamm ab, welcher dem Präcipitationsmittel (*E*) in der Richtung von unten nach oben zugeführt wird. Es handelt sich somit um eine aufsteigende Filtration, wie sie beim Theilungssystem in Abtrittsgruben schon beschrieben worden ist (s. S. 203). Arbeitskräfte sind schon für die Herbei- und Wegschaffung des Filtermaterials erforderlich; auch müssen die Klärbassins wegen der Reinigung doppelt vorhanden sein und unterirdisch liegen, um ein Einfrieren ihres Inhaltes während des Winters zu verhüten; alle diese Erfordernisse erschweren allerdings die Ausführung dieses Verfahrens.

Die Niederschläge, welche durch Kalk und Magnesia bewirkt werden, haben eine mehr körnig krystallinische Beschaffenheit und lassen sich deshalb leicht von der Flüssigkeit trennen; ihre Verbindungen werden durch die Kohlensäure leicht zersetzt und die Pflanzen vermögen deshalb weit leichter die phosphorsauren Verbindungen dieser alkalischen Erden aufzunehmen.

In der Industrie können Präcipitation und Filtration bei den Waschwässern der Woll-, Seiden-, Leinenfabriken u. s. w. und bei den verschiedenen Macerationswässern thierischer Substanzen benutzt werden.

ad e) **Die Berieselung der Aecker und Wiesen mittels des Canalwassers und der industriellen Abfälle.** Die Berieselung kommt im Allgemeinen der absteigenden intermittirenden Filtration gleich. Die Frage: ob und inwiefern sie für die verschiedenen klimatischen Verhältnisse geeignet ist, hat noch keine vollständige Erledigung gefunden; einstweilen ist es dankbar anzuerkennen, dass die Städte Danzig und Berlin in dieser Beziehung die Fortschritte der Wissenschaft benutzt haben.

Im Allgemeinen muss man annehmen, dass nicht jede Pflanze in jeder Wachsthumperiode eine Zufuhr von Wasser resp. Dünger erfordert, dass es sogar Zeiten gibt, in denen eine Wasserzufuhr gradezu schädlich ist. Bei Wiesen wirkt ein Dungguss bis zur Entwicklung der Blüthenknospe wohlthätig ein; nach der Entwicklung der Blüthe und beim Ernten des Heus ist aber die Bewässerung unthunlich und schädlich. Nach dem ersten Schnitt ist die Berieselung nach einigen Tagen wieder zu sistiren, um die Grummeternte nicht zu stören. Am stärksten zeigt sich im Allgemeinen der Geruch an der Ausflussstelle auf das Land, nimmt aber immer mehr ab, je weiter das Canalwasser abfliesst, bis er auf der Grasfläche verschwindet. Die reinigende Kraft des

Bodens ist oft so gross, dass das abfliessende Rieselwasser wenigstens dem äussern Ansehen nach sich nicht vom gewöhnlichen Brunnenwasser unterscheidet.

In welchem Verhätnisse die verschiedenen Stoffe vom Boden aufgenommen werden, zeigt folgende zu Rugby in der Saison vom November 1862 bis October 1863 angestellte Analyse.

		Mittel in zwei Feldern von 5 u. 10 Acres.	
		Canalwasser.	Abflusswasser.
Lösliche Stoffe	organische	8,32	7,73
	unorganische	39,18	39,98
	zusammen	47,50	47,71
Suspendirte Stoffe	organische	26,69	2,37
	unorganische	37,22	3,06
	zusammen	63,91	5,43
Gesammte organische Stoffe		35,01	10,10
Gesammte unorganische Stoffe		76,40	43,04
Gesammte feste Stoffe		111,41	53,14
Ammoniak	löslich	5,76	1,28
	suspendirt	2,03	0,23
	zusammen	7,79	1,51

Uebrigens liefert auch jeder städtische Boden hinreichende Beweise für diese Thatsachen, da fast alle Brunnen filtrirtes Canal- und Cloakenwasser enthalten und es noch schlimmer mit den öffentlichen Gesundheitszuständen stände, wenn nicht die reinigende Kraft des Bodens grössere sanitäre Uebel verhüten würde.

Auf dem Ackerboden gibt das Canalwasser die Dungstoffe ab und nimmt andere lösliche Stoffe auf, woraus sich der Umstand erklärt, dass das Abflusswasser oft mehr lösliche Stoffe als das Canalwasser enthält, wie aus folgender Analyse erhellt:

Die Zahlen geben die in 100,000 Th. Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Nummer der Probe und Datum ihrer Entnahme.	Gesammtgehalt an löslichen Stoffen.	Organischer Kohlenstoff.	Organischer Stickstoff.	Ammoniak.	Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten.	Gesammtgehalt an chemisch-gebundenem Stickstoff.	Chlor.	Härte.		
								Temporäre.	Permanente.	Gesammte.
No. 1. 13. Juli 1869.	52,60	5,505	2,322	7,276	0	8,314	8,25	3,48	8,96	12,44
„ 2. desgl.	55,70	2,506	0,506	2,772	0	2,739	10,20	0,72	0,28	1,00
„ 3. desgl.	68,20	1,526	0,164	0,420	0	0,510	10,50	0,88	0,36	1,24

No. 1 ist das rohe Canalwasser von Rugby; No. 2 das am Ende eines $2^1/_2$ Morgen grossen, mit Raygras bestandenen Ackerstreifen genommene Wasser; No. 3 wurde am Ende dieses Graslandes, etwa 233 Preuss. Fuss von dem Zuführungsgraben entfernt geschöpft.

Was noch den Einfluss des Winters betrifft, so hat man allerdings bemerkt, dass der anhaltende Frost bisweilen störend eintritt; jedoch beobachtete man ein eigentliches Gefrieren des Rieselwassers nur an seiner Ausflussstelle. Ein glücklicher Umstand ist die Temperatur des Canalwassers, welche nie unter 0° sinkt. Wenn es sich deshalb auch einen Weg unter der Eisdecke bahnt, so ist doch die Regulirung der Berieselung dadurch unausführbar; es bleiben daher namentlich bei Wiesen einzelne ihrer Partien oft ungedüngt; in solchen Zeiten muss man zur Berieselung der Aecker übergehen. Eine Schneelage mindert den nachtheiligen Einfluss des Frostes und selbst bei einer Höhe von 6—10 Zoll soll die Berieselung auch bei anhaltendem Froste ungestört verlaufen.[55])

Weitere Erfahrungen und die richtige Wahl des für ein gegebenes Terrain geeigneten Berieselungssystems müssen hierüber entscheiden. In letzterer Beziehung wendet man an: 1) den Hangbau oder das Auffang-System (catchwork-system), welches besonders bei hügligem Lande eingeführt ist; 2) das Furchensystem (pane- and gutter-system) für Rieselfelder mit geringem Gefälle; 3) das Beetsystem (Bed-system, ridge and furrow).

So viel steht fest, dass bis jetzt mit Rücksicht auf grosse Städte noch keine bessere Methode für die Verwerthung des Canalwassers aufgefunden worden ist; selbst die eifrigsten Vertheidiger des Abfuhrsystems müssen gestehen, dass hierbei der Abfluss der städtischen Canäle in die Flüsse dem grössten Bedenken unterliegt. Man hat deshalb in vielen Fällen die Nothwendigkeit eines gemischten Verfahrens anerkennen müssen.[56])

So spricht sich auch in neuerer Zeit *Lefeldt*[57]) zwar für das Abfuhrsystem, namentlich für das Aschen-Trockencloset aus, hält jedoch für die flüssigen Küchenabfälle und Waschwässer eine besondere Röhrenleitung, entweder Desinficirung und Abfluss dieser Schmutzwässer in die Flüsse oder ihre Desinficirung zum Zwecke der Berieselung für erforderlich. Es geht hieraus nur mit Bestimmtheit hervor, dass in grossen Städten trotz eines etwa vorhandenen Abfuhrsystems eine Canalisation unentbehrlich und schon für die Ableitung des Meteorwassers absolut erforderlich ist, eine Thatsache, deren Wichtigkeit auch im internationalen medicinischen Congress zu Wien im September 1873 Ausdruck gefunden hat, indem allgemein anerkannt wurde, dass durch ein gutes Schwemmsystem den hygienischen Anforderungen in einfacher, prompter und wirksamer Weise möglichst Rechnung getragen werden kann.

Bezüglich der Salubritätsfrage bei der Berieselung scheinen die früher häufig geäusserten sanitären Bedenken immer mehr in den Hintergrund zu treten. In England liegen die Wohnungen nicht weiter als 660—900 Preuss Fuss (2—300 Yards) von den Rieselfeldern entfernt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der üble Geruch vielfach noch vermindert werden kann, wenn man, statt in offenen Rinnen, in bedeckten Gräben oder in Drainröhren die Leitung bewirkt; in Norwood führt sogar ein breiter Weg durch die Rieselfelder, welcher häufig als Spaziergang benutzt wird. Aehnliche Erfahrungen über die Unschädlichkeit der Rieselfelder hat man in Edinburg, Croydon und Barking gemacht.

Der Einwurf, dass Helminthiasis durch die Fütterung mit Rieselgras oder durch den Genuss von mit Rieselflüssigkeit behandeltem Gemüse befördert werde, ist als die Grille eines englischen Arztes zu betrachten.

Wenn die Schwemmcanäle für die grossen Städte eine Nothwendigkeit geworden sind, so wird doch auch die Abfuhr durchaus nicht zu entbehren sein; denn selbst in grossen Städten werden stets einzelne Stadtquartiere von der Betheiligung an den Schwemmcanälen ausgeschlossen bleiben und auch das Wassercloset lässt sich nicht mit Gewalt allen Häusern accommodiren. Ausserdem ist nicht zu verkennen, dass nur durch die Abfuhr der Excremente ihre vollständige Ausnutzung ermöglicht wird. Die grossartige Gemüsezucht in Belgien und Holland verdankt ihre Existenz lediglich der Abfuhr der Excremente. Eine Stadt, welche einen bedeutenden Consum von vegetabilischen und animalischen Nahrungsmitteln hat, wird wohl daran thun, ihre Abfälle für den Garten- und Gemüsebau zu verwenden, grade wie der Landwirth sein Stroh, seinen Stallmist und seine Mistjauche seinem Acker nicht entziehen wird. Wie die Streunutzung in den Wäldern geboten ist, ebenso sollte mit der grössten Strenge der Verschleuderung der Excremente und namentlich dem Verschütten derselben in die Wasserläufe entgegengewirkt werden.

Für viele **industrielle Abfälle** ist die Berieselung ebenfalls zweckmässig anzuwenden; manche Abfälle, z. B. die in Zuckerfabriken, haben früher nicht selten bedeutende sanitäre Nachtheile geschaffen, während sie gegenwärtig bei einer rationellen Benutzung für die Aecker sogar Gewinn abwerfen (s. Zuckerfabrication).

Die Abfälle der Gerbereien können ohne Bedenken den Schwemmcanälen zugeführt werden, wenn der Canalinhalt zur Berieselung benutzt wird; liegen die Gerbereien auf dem Lande, so können die Abfallwässer direct für die Aecker verwerthet werden; der Abfluss in kleinere Flüsse, Bäche, Gräben u. s. w. erfordert unbedingt eine vorhergehende Filtration. Ganz besonders muss man diese Bedingung an alle Weissgerbereien stellen, welche Hunde- sogar bisweilen Menschenkoth dem Fäulnissprocesse unterwerfen und für die Fabrication benutzen. Von welchem fürchterlichen Geruche dann die Abfallwässer begleitet sind, ist selbstverständlich; ganze Stadtviertel können dadurch verpestet werden, wenn solche Gerbereien noch aus früheren Zeiten innerhalb der Wohnhäusercomplexe gelegen sind und nur Gräben oder kleine, wasserarme Bäche zur

Verfügung haben. Ueberhaupt sollte die Anlage von Gerbereien niemals oberhalb der an einem Wasserlaufe gelegenen Städte gestattet werden; leider finden sie sich noch häufig innerhalb der Städte und verderben die Luft und den Untergrund.

In dieselbe Kategorie gehören die Macerationswässer der Knochen, Hufe, Felle, des Leimguts und ähnlicher thierischer Substanzen. Die Waschwässer bei Wollfabriken, Seidenfabriken, bei der Leinenindustrie u. s. w. können in die Schwemmcanäle zur Berieselung oder auch direct auf die Aecker abgelassen werden, wenn solche zur Verfügung stehen; sonst entzieht man ihnen das Fett durch Präcipitationsmittel, filtrirt sie mittels Sand und gestattet dann ihren freien Abfluss.

Die in dieser Richtung angestellten Versuche sehen noch einer grossen Vervollkommnung entgegen; manche Abfallwässer, z. B. die der Färbereien, erfordern, wie die Erfahrung schon gelehrt hat, ein vorhergehendes Absetzenlassen in Klärbassins, ehe sie auf die Aecker abgelassen werden. Klärbassins ohne Präcipitation mit Kalk scheinen hier vollständig auszureichen und sogar den Vorzug vor jedem andern Verfahren zu verdienen.

Wegschaffung der thierischen Excremente. Im engen Zusammenhange mit den eben besprochenen Abfallstoffen grösserer Fabrikanlagen steht das Sammeln, Wegführen und Verwerthen der thierischen Excremente. Hauptsächlich sind es Pferde, Rindvieh, zuweilen auch Schafe, Ziegen und Schweine, welche in Arbeitsvierteln gehegt und gepflegt werden.

Alle Ställe sind nur da zu errichten, wo sie in keiner Weise durch ihre Exhalationen zu schädlichen Einflüssen Veranlassung geben; auch sind ihre innern Einrichtungen derart zu treffen, dass sie ein vollständiges Ablassen der flüssigen Dejectionen fortwährend gestatten und auch die Anhäufung der festen Excremente ohne schädlichen Einfluss auf die Thiere ermöglichen.

Die Ställe müssen einen festen Untergrund haben; blosse Pflasterung, sei es mit Basalt oder Ziegeln, reicht nicht aus. Der eingesaugte Harn sickert bald tiefer in den Boden und kann auf diese Weise in die Brunnen, Regensärge u. s. w. gelangen; selbst dann, wenn der Boden sogar mit einer Ziegelschicht und einem nachfolgenden Mörtel- oder Cementguss versehen ist, schützt derselbe doch nicht vor dem Eindringen des Harns, weil durch die Erzeugung von salpetersauren Salzen und durch den Gehalt des Harns an Chlormetallen das Bindemittel, der Kalk, sehr bald weggeführt und auf diese Weise der Infiltration ein offener Weg geschafft wird, ein Umstand, welcher viel zu wenig beachtet ist.

Wird in einem solchen, mit thierischen Excrementen getränkten Boden späterhin ein Brunnen gegraben, so kann der hohe Gehalt des Wassers an salpeter- und salpetrigsauren Salzen neben einer grossen Menge von Chloriden nicht auffallen. Der Boden des Stalles sollte deshalb stets für die Excremente undurchdringlich gemacht und den flüssigen Theilen derselben ein Ausweg verschafft werden. Das Platten und Asphaltiren des Stallbodens bringt grosse Unannehmlichkeiten mit sich, indem die Thiere darauf leicht ausgleiten, fallen und sich verletzen. Das Einhauen von Rinnen in die Platten hat den Uebelstand, dass stets ein Theil der Excremente darin zurückbleibt, wodurch die Fäulniss begünstigt wird.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man das Legen von Platten in Asphaltmassen angewendet und über denselben einen zweiten nicht dichten Boden von Bohlen gelegt. Dadurch aber, dass die Bohlen mit einem Theile der Substanzen durchtränkt wurden, entstand ein stetiger Fäulnissprocess, welcher wiederum eine sehr grosse Entwicklung von Ammoniak nothwendig zur Folge hatte; selbst ein Anstrich der Bohlen mit Theer hat nur für kurze Zeit eine günstige Wirkung.

Die beste Methode besteht darin, dass gleichsam ein **Separationssystem** auch in den Ställen zur Anwendung kommt, wodurch beständig die flüssigen Theile

durch unterirdische Röhren allmählig nach einer tiefer liegenden asphaltirten Grube abgeführt werden.

Zu diesem Zwecke drainirt man nach Boussingault den Stall; die Drainröhren haben nach oben einen Längsschnitt oder mehrere kleine Quereinschnitte; sie werden der Länge nach in der Weise fest in einander gelegt, dass sie sämmtlich nach einer Seite hin Gefälle haben und in ein Hauptableitungsrohr münden. Die Zwischenräume zwischen den Röhren werden mit Cement oder hydraulischem Mörtel ausgefugt, wobei selbstverständlich die obern Einschnitte oder Schlitze ganz offen bleiben. Nach dem vollständigen Austrocknen der Cementirung folgt ein Anstrich mit warmem Steinkohlentheer, die ganze Oberfläche wird dann mit Bohlen und Stroh belegt; ein Bestreuen der Bohlen mit Gyps ist nicht unerlässlich, jedoch sehr vortheilhaft. Sämmtliche Flüssigkeiten sickern zwischen den Bohlen durch und gelangen dann durch den Hauptabzugscanal in die asphaltirte Grube; solche Ställe können nach Bedürfniss vollständig ausgespült werden.

Das Stroh bleibt natürlich viel trockner und kann, wenn es am Tage auseinander geworfen wird, in hinreichend trocknem Zustande mehrmals benutzt werden. Es versteht sich von selbst, dass hier der Ausfall an Strohdünger ein geringerer ist; dagegen erhält der flüssige Inhalt der asphaltirten Grube einen grösseren Dungwerth, weil Nichts verloren geht, namentlich wenn die Sammelgrube zeitweise mit Gyps beschickt wird. Die örtlichen Verhältnisse werden natürlich mannigfache Modificationen dieses Systems erfordern; so sind z. B. bei Ställen in Souterrains stets noch die Umfassungsmauern auf Isolirschichten aufzuführen.

Die Blindheit der Pferde hängt höchst wahrscheinlich von der schlechten Luftbeschaffenheit in den Ställen und namentlich von einer vorwaltenden ammoniakalischen Atmosphäre ab. Auch viele andere Krankheiten der Thiere werden unzweifelhaft der schlechten Beschaffenheit der Thierställe zuzuschreiben sein; die Klauenseuche beim Rindvieh und bei den Schafen und mehrere Hufkrankheiten der Pferde, Esel und Maulthiere werden am sichersten durch gute Ställe verhütet. Der Einfluss des geschlossenen, nicht ventilirten Raumes gibt sich bei den Thieren nicht minder als bei den Menschen kund, er schafft stets mehr oder weniger abnorme Zustände welche schliesslich in Krankheiten ausarten.

Die Pferde der Steppenbewohner sind frei von den sogenannten Culturkrankheiten, obgleich sie grossen Strapazen ausgesetzt sind und oft sogar spärliches Futter erhalten, grade wie die Barackenwohnungen bei Truppenansammlungen u. s. w. am meisten vor Krankheiten schützen und Barackenhospitäler am besten die Genesung begünstigen.

Die Entstehung der Rinderpest beim russischen Steppenvieh beruht in örtlichen Verhältnissen, die hier nicht weiter zu erörtern sind. Jedenfalls besitzt aber das russische Steppenvieh wegen seiner beständigen Lebensweise im Freien die grösste Widerstandsfähigkeit gegen diese Krankheit.

Unter den verschiedenen Ställen führen die der Schweine die meiste Belästigung herbei, da die Excremente dieser Thiere einen ganz besonders widrigen Geruch verbreiten. Der Boden muss hierbei ausnehmend undurchlässig sein und das Abfliessen der Flüssigkeiten gestatten. In vielen Gegenden herrscht dabei die Unsitte, die Schweineställe derart mit den Aborten zu verbinden, dass die Fäcalien zur Nahrung der Schweine dienen. Ein solches Verfahren ist aus den mannigfaltigsten Ursachen unzulässig, abgesehen davon, dass auch das Schweinefleisch dadurch einen sehr üblen Geschmack erhält.

Das **Aufstapeln des Thiermistes** erfordert wie bei den menschlichen Dejectionen ein Lagern mit Erdschichten Asche, u. s. w., d. h. ein Anlegen von Composthaufen, um die Dungsubstanzen festzuhalten; sie dürfen aber nie in der Nähe von Brunnen oder an Gebäuden angelegt werden, damit die ablaufende Mistjauche nicht schädlich einwirke. Dungstätten, bei denen die flüssigen und festen Excremente mit Stroh aufgeschichtet oder die festen Excremente mit Stroh gemischt und mit Harn übergossen werden, dürfen nur in cementirten, mit Theer getränkten und verschlossenen Gruben angelegt werden, welche keiner Ueberschwemmung ausgesetzt sind. In der Nähe von grösseren Häusercomplexen, Vorstädten, Villenanlagen u. s. w. muss der frisch aufgeworfene Dünger sofort umgepflügt werden.

3) Die Bodencultur und die Benutzung verschiedener Dungstoffe.

Der Boden muss die für die Pflanzennahrung erforderlichen Stoffe in einer assimilirbaren Form erhalten; wenn die Natur hierzu nicht ausreichend wirkt, so müssen mechanische und chemische Kräfte die Ueberführung der Pflanzennahrungsstoffe in jene Form unterstützen. Der Verwitterungsprocess besteht nur in einem Zerfallen der im Boden befindlichen Mineralien durch Wasser, Luft resp. Kohlensäure und ¡Temperaturwechsel; er wird beschleunigt durch Pflügen und Umgraben, um der Einwirkung der Atmosphäre eine grössere Oberfläche zu bieten. Ganz besonders ist in chemischer Beziehung das Kalkhydrat ein geeignetes Mittel zum Aufschliessen des Bodens; das Aufstreuen auf die Aecker darf niemals bei starkem Winde stattfinden; auch ist es zweckmässig, den Kalk mit feuchter Erde zu mischen. Er erzeugt vorzugsweise die Verwesung der sickstoffhaltigen Substanzen resp. aus dem Ammoniak Salpetersäure; der Kalk sowie die Alkalien und alkalischen Erden leiten nämlich Oxydationsprocesse ein, an welchen sie selbst sich nicht betheiligen.

Das **Schiffeln** besteht in einem Verbrennen der Grasnarbe, wobei die im Heidekraut spärlich vorkommenden Nahrungsstoffe in die für Pflanzen assimilirbare Form gebracht werden. Durch das Brennen werden nämlich die Löslichkeit der Silicate und Alkalien so wie die Absorptionsfähigkeit des Bodens für Ammoniak hervorgerufen. Durch das **Moorbrennen** wird die humose Torferde der Verbrennung unterworfen, wobei wegen ihres Bitumengehaltes die Producte der trocknen Destillation auftreten, welche namentlich auf die Blüthen der Pflanzen und Bäume nachtheilig einwirken und unter der Erscheinung des Höhenrauchs (Haarrauch) allgemein bekannt sind.

Aspirirt man die hiermit geschwängerte Luft durch feuchte Baumwolle, um allen atmosphärischen Staub abzuhalten, und leitet sie in Schwefelsäure, so färbt sich letztere zuerst gelb und dann braun. Man erhitzt diese 3—4 Stunden lang mit Oxalsäure, bis eine langsame Zersetzung und eine schwache Entwicklung von Kohlensäure resp. Kohlenoxyd eintritt. Nach dem Erkalten verdünnt man die Mischung mit Wasser und übersättigt sie mit Natriumcarbonat; es tritt sofort eine lebhaft violettrothe Färbung durch Bildung von rosolsaurem Natrium ein, welches seinen Ursprung der Carbolsäure verdankt.

Der Nachweis von Carbolsäure im Höhenrauch lässt keinen Zweifel über den Ursprung desselben zu. Durch das Moorbrennen geht eine unberechenbare Menge von Brennmaterial resp. von Wärme verloren; durch Aufschliessen, Entwässern und Drainiren würde man denselben ökonomischen Zweck erreichen.

In Anbetracht, dass durch das Moorbrennen in einem verhältnissmässig kleinen Gebiete ganze Ländercomplexe belästigt und beschädigt werden, sollte im öffentlichen Interesse das Moorbrennen Seitens der verschiedenen Staaten gänzlich verboten werden. Es sind hierüber zwar schon viele Stimmen laut geworden, man ist aber dem Ziele nicht im Geringsten näher gerückt und die Calamität kehrt in jedem Jahre zurück.[58])

Erst in Holland hat man den Anfang gemacht, den Torf zu verkoken, wobei 2 G. Th. Torf als Brennmaterial benutzt werden, um 1 G. Th. in eine holzähnliche Masse zu verwandeln. Dieser Torfkok wird von Conditoren und Pastetenbäckern gern benutzt, da er ohne Geruch verbrennt und leicht entzündlich ist. In Holland wird er deshalb vorzugsweise zum Warmhalten des Theewassers in den sogenannten Stoofjas verwendet. Die beim Verkoken gewonnene Asche dient zur Düngung des entwässerten und ausgetorften Landes.

Das Verbrennen der Wurzelstöcke beim Ausrotten der Wälder erzeugt einen sehr belästigenden Rauch, der alle Eigenschaften des Höhenrauchs hat; bei Regenwetter können dadurch die benachbarten Felder ganz verwüstet werden. Dieses Verbrennen sollte daher in einer Art von Kohlenmeilern oder in Gruben vorgenommen werden, damit eine energische Verbrennung mit Flammenbildung unterhalten wird.

Beim Düngen des Bodens, d. h. bei der Zuführung der fehlenden Bodenbestandtheile, beobachtet man nach den verschiedenen Zwecken, die man zu erreichen sucht, auch ein verschiedenes Verfahren. Die **Bewässerung** ist von der Berieselung zu unterscheiden; sie findet bei den Wiesen, beim Reisanbau, bei den Indigo- und Zuckerpflanzungen statt. Es kommt hierbei die starke Verdunstung

der bewässerten Grundstücke in Betracht. So lange diese unter Wasser stehen, macht sich die Einwirkung der Verdunstung weniger geltend als nach dem Ablassen des Wassers, wenn die Grundstücke durch Bestrahlung der Sonne einer starken Verdunstung unterworfen werden und die Oxydation zunimmt. Es zeigen sich dann alle nachtheiligen Einflüsse der Sumpfluft; dichte weisse Nebel lagern sich namentlich des Abends über solche Flächen, und das Auftreten des Wechselfiebers in der Nähe ist nicht selten.

Hier muss der Hauptschutz in einer zweckmässigen Bekleidung und in der Vermeidung von Sitzen oder Liegen im Freien, namentlich des Abends, bestehen.

Die **Jauchedüngung** ist für jeden Freund der Natur eine lästige Zugabe. Man hat noch nicht versucht, dieser Belästigung durch zweckmässige Desinfectionsmittel entgegenzutreten, obgleich oft schon ein einfacher Zusatz von Kalk zur Mistjauche in dieser Beziehung sehr zweckmässig sein würde.

Die **Düngung mit Excrementen** ist für die Adjacenten eine höchst unangenehme und für sensible Constitutionen oft unerträgliche Procedur; ein Zusatz von Mineralsubstanzen, namentlich von Gyps, würde die höchst übelriechenden Exhalationen bedeutend mindern.

Fischguano wird an der Norwegischen und Schottischen Küste aus Sprotten (Clupaea sprattus) bereitet, indem diese getrocknet und durch Mahlen grob pulverisirt werden; es entwickeln sich hierbei stark faulige Gerüche, welche zweckmässig durch Schlote abzuleiten sind. In der Nähe menschlicher Wohnungen sollte diese Fabrication nicht geduldet werden. Beim Dörren in der wärmeren Jahreszeit geht das Fischfleisch schon vor seiner vollständigen Austrocknung in Fäulniss über; die Ausdünstungen locken eine Menge von Insekten herbei, welche scharenweise solche Werkstätten umlagern. In kälterer Jahreszeit benutzt man zum Trocknen künstliche Wärme. Auch hierbei ist der Fäulnissprocess mit der Exhalation von Methylamin, Propylamin und den Ammoniakbasen aller Art nicht zu vermeiden.

Eine dritte Art des Trocknens besteht darin, dass man die Fische und Fischtheile auf erhitzten eisernen Platten gleichsam backt. Von dem Trocknen und Mahlen der Masse behält dieser Handelsartikel noch immer einen an faules Stockfischwasser erinnernden Geruch. Wird dieser Dünger mit verdünnter Schwefelsäure besprengt und fleissig umgekrükt, so findet ein wirkliches Aufschliessen der im Dünger enthaltenen Gräten statt: dieser Act geschieht aber meistens an Ort und Stelle, wo der Dünger sofort gebraucht wird. Ein anderes Verfahren besteht noch darin, dass man Breitlinge oder Heringe (100 Pf.) mit Schwefelsäure (5 Pfd.) in bleierne Kufen mischt, bis die Masse eine teigige Consistenz angenommen hat. Man trocknet dieselbe durch künstliche Wärme aus, wobei alle flüchtigen fetten Säuren neben Schwefelwasserstoff auftreten.

Man hat auch die Fische durch Erhitzen mittels Wasserdampfes behandelt und das Oel ausgepresst, um den Thran zu gewinnen. Beim Lagern dieses Düngers ist derselbe Geruch wie beim Superphosphat vorhanden, weshalb dieselben Massregeln wie bei Knochenlagern zu beobachten sind (S. Knochenlager).

In Schottland und Irland werden die Fische häufig frisch zu einem Brei gestossen: derselbe wird mit Wasser verdünnt und als flüssiger Dünger auf die Aecker gebracht. An der Küste von Friesland, Norwegen und Schottland werden auch die sogenannten Garnelen (Seespinnen) zerstossen und zum Düngen gebraucht. In den Cisternen, wo dieser Dünger aufbewahrt wird, entwickelt sich ein unerträglicher Geruch; auch hier sammeln sich eine Masse von Fliegen an, um daselbst ihre Eier zu legen. Der Stich solcher Fliegen, die mit diesen faulen Substanzen in Berührung gekommen sind, soll höchst schmerzhafte und in brandige Verschwärung übergehende Pusteln erzeugen.

Dünger von Horn-, Woll-, Lederabfällen und Haaren. Die betreffenden Gegenstände werden in mit Blei ausgefütterten Kesseln mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Wasser zu gleichen Volumina siedend heiss behandelt. Es lösen sich diese Substanzen in der Flüssigkeit auf, wobei sich ein eigenthümlicher, an stinkenden Schweiss erinnernder Geruch entwickelt.

Die Flüssigkeit wird nach dem Erkalten mit Kalk neutralisirt, wodurch sie in eine pulverförmige trockne Substanz übergeführt wird. Bei dieser Neutralisation entsteht eine Entwicklung von Schwefelammonium und andren Substanzen, welche höchst fade riechen, ihrer eigentlichen Natur nach aber noch unbekannt sind.

Diese Düngerart behält stets einen widerlichen Geruch, weshalb beim Lagern derselben die grösste Sorgfalt anzuwenden ist.

Besondere Düngerarten. Für die Blumenzucht dienen die Excremente der Hunde (Album graecum, 3 basisch phosphorsaures Calcium $Ca_3 (PO_4)_2$ nebst Ueberresten von thierischen Geweben) als Dünger; dieselben werden an der Luft getrocknet, fein gepulvert und als Streupulver benutzt. Auch der Abfall von Bierbrauereien resp. des Hopfens und Malzes, sowie der Bier- und Weinhefe dient als Dünger; man überlässt die Hefe der Fäulniss und setzt Gypspulver so lange hinzu, bis das Ganze eine trockne Masse geworden ist; auch hier muss man so viel als möglich für die Entfernung der höchst stinkenden Dämpfe sorgen. Es empfiehlt sich sehr, die schon in Fäulniss begriffene Masse mit einer Decke von Gyps und Holzasche zu bestreuen.

Hierher gehört auch das getrocknete Blut; das Eintrocknen ist sets mit dem widerlichsten Geruche verbunden, weshalb man am besten Torf- und Braunkohle zusetzt.

Kulturbeförderung durch Färben resp. Schwärzen des Bodens. In manchen Fällen ist es vortheilhaft, den Boden zu befähigen, sich durch die Sonnenstrahen schon in den ersten Frühlingstagen rasch und dauernd zu erwärmen. Bei allen Gemüsetreibereien kommt es darauf an, dass dem Boden auch bei niedrigem Stande der Sonne eine verhältnissmässig starke Erwärmung zu Theil wird. Bekanntlich werden alle schwarzen Gegenstände von der Sonne stärker als weisse erwärmt; es ist deshalb leicht erklärlich, warum ein dunkler resp. schwarz gefärbter Boden ein rascheres Wachsen hervorruft als eine andere Bodenart, die bei ganz gleichen Bodenbestandtheilen eine helle oder weisse Farbe besitzt. Die grosse Triebkraft des Sandbodens in Ostfriesland ist nur durch seine schwarze Farbe bedingt; namentlich Spargel lässt sich in einem schwarzen Boden viel rascher aufziehen als in einem hellfarbigen.

Das Schwärzen des Bodens geschieht einfach durch Zufuhr von pulverisirter Holz- oder Steinkohle oder einer andern Substanz, welche durch Verwesung schwarzgefärbte Producte erzeugt. Hierbei kann nnr der Staub belästigend oder nachtheilig wirken, wenn sich zufällig in der Nähe Bleichereien befinden sollten.

Stickstoff und Wasserstoff.

Ammoniak NH_3.

Ammoniak kommt frei in der Natur fast nur als salpetrigsaures Salz NH_4NO_2 in der Atmosphäre und im Regenwasser vor. Auch entsteht es bei der trocknen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper und bei der Fäulniss solcher Stoffe; in der Damm- oder Ackererde fehlt es daher nie, tritt aber hier meistens als Carbonat auf. Das Carbonat entsteht stets beim Faulen des Urins und verbindet sich alsdann mit stinkenden organischen Basen; auch Guano entwickelt Ammoniumcarbonat neben essigsaurem, buttersaurem und baldriansaurem Ammonium. Die Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff findet nur statt, wenn diese Elemente in statu nascendi zusammentreten; so oxydirt sich beim Auflösen von Zink in Salpetersäure ersteres auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers und der Salpetersäure, wodurch einerseits Wasserstoff, andererseits Stickstoff frei wird, welche sich alsdann in statu nascendi zu Ammoniak verbinden.

$$4Zn + 9HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_3.$$

Das gasförmige Ammoniak hat einen scharfen durchdringenden Geruch, einen laugenartigen Geschmack, ein spec. Gew. von 0,597, ist farblos und in gewöhnlicher Atmosphäre nicht verbrennbar. In concentrirtem und wasserfreiem Zustande verbrennt es im Sauerstoff mit weisslich-bläulicher Farbe. Es ist eine starke Base, bläut geröthetes, feuchtes Lackmuspapier, verbindet sich direct mit Säuren und bildet damit Salze, die eine grosse Aehnlichkeit mit denen des Kaliums haben. Wasser, Aether, Alkohol, Kohle und alle porösen Körper, wie Platinschwamm und Eisenoxyd, absorbiren das Gas mit grosser Begierde. Mit den Dämpfen der Salzsäure bildet es die bekannten weissen Salmiak-Nebel. Durch einen Druck von 4,5 Atmosphären bei 0° lässt es sich zu einer Flüssigkeit verdichten, welche bei —40° siedet; bei gewöhnlicher Temperatur vermag ein Vol. Wasser 600 Vol. des Gases zu absorbiren. Je mehr das Wasser durch die Aufnahme von Ammoniak sein Volumen vergrössert, desto specifisch leichter muss es natürlich werden.

Das wässerige Ammoniak, Salmiakgeist, besitzt daher ein verschiedenes spec. Gewicht; der Liquor Ammonii caustici der Pharmacopœa germ. enthält nur 10% Ammoniak bei dem spec. Gew. von 0,96; im Handel kommt ein 30%haltiger vor.

In allen Verbindungen von Ammoniak hat man die Atomgruppe NH_4 als ein Element angenommen und Ammonium genannt. Seine Isolirung scheiterte bisher an seiner leichten Zersetzbarkeit in Wasserstoff und freies Ammoniak; dagegen kann seine Legirung mit Quecksilber, das Ammoniumamalgam, als ephemere Verbindung dargestellt werden, wenn man eine concentrirte Lösung von Salmiak mittels Natriumamalgams in Chlornatrium und das voluminöse schwammige Ammoniumamalgam zersetzt. Aus demselben entsteht aber unter Wasserstoff- und Ammoniakabdunstung sehr bald

reines Quecksilber. Lässt man auf Salmiak bei Gegenwart von Quecksilber den elektrischen Strom einwirken, so erhält man ebenfalls Ammoniumamalgam.

Einwirkung von Ammoniak auf den thierischen Organismus. Bei den Versuchen an Thieren gibt sich die irritirende Wirkung der Ammoniakdämpfe durch Thränen, Röthung der Augen, Schleimfluss aus Nase und Maul, grosse Unruhe und heisere Stimme kund. Fährt man mit der Zuleitung der Dämpfe in einem geschlossenen Raume fort, so tritt bald der Tod unter heftiger Dyspnoe und tetanischen Krämpfen ein. Kaninchen und selbst junge Katzen können den Dämpfen binnen 15 Minuten erliegen; in dem kurzen Krankheitsverlaufe zeigt sich merkwürdigerweise kein Husten, nur bei Katzen deutet die heisere Stimme auf die Reizung der Respirationswege hin; auch tritt bei letzteren Brechwürgen ein. Bei der Section fällt der die feinsten Bronchialverzweigungen ausfüllende feinblasige Schleim, die geröthete, sammetartig aufgetriebene Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und Bronchien auf. Die Lunge hat eine emphysematöse Beschaffenheit, aber keine auffallende Färbung, höchstens hier und da eine braunrothe und schwärzliche Marmorirung, während das Herz geronnenes und flüssiges Blut zeigt. Im Allgemeinen waltet das flüssige Blut vor und hat eine dunkelbraunrothe Farbe.[59])

Leitet man Ammoniakdämpfe in frisches Ochsenblut, so bleibt es flüssig, nimmt aber bei fortgesetzter Zuleitung eine braune Farbe an; es verschwinden die Blutbänder, die Blutkügelchen lösen sich auf und das Haemoglobin wird zerstört.[60]) Ausserdem absorbirt das ammoniakalische Blut sehr rasch Sauerstoff und liefert mehrere noch nicht näher untersuchte Oxydationsproducte; inwieweit dies im Organismus stattfindet, ist ebensowenig sichergestellt. Bei Menschen erzeugen Ammoniak und alkalische Ammoniumsalze auf der Haut Risse und Schrunden, weil sich das Fett in den Talgdrüsen mit dem Ammoniak verbindet; Arbeiter, die sich mit der Sublimation von Ammoniumcarbonat beschäftigen, leiden hauptsächlich an dieser Hautaffection; Waschungen mit Essig wirken hier sehr wohlthätig ein. Die durch Ammoniak erzeugte Augenentzündung (la mitte) verbindet sich mit Geschwulst und starkem Thränenfluss; man beobachtet sie am häufigsten bei Cloakenfegern. Nicht selten gesellt sich ein starker Schmerz in der Stirngegend hinzu, der bei den französischen Arbeitern Fronton heisst.

Bei Leuten, welche über Guanolagern wohnen, hat man Taubheit und auf der Haut über der Nase und Stirnbeinhöhle eine eigenthümliche Röthe beobachtet, die sich auch bei Vergiftungen durch Ammoniak zeigt und hier in rosenrothen Flecken an den Vorderarmen auftritt, eine Erscheinung, welche wahrscheinlich mit der durch die Vergiftung bewirkten Blutveränderung in Zusammenhang steht.[61])

Ausser der Arrosion der Respirationsschleimhaut, die beim Einathmen der Dämpfe entsteht und unter Umständen die grössten Beschwerden erzeugt, sind es die mit Schleim angefüllten Bronchien, welche höchst gefährliche Erstickungsanfälle erzeugen. Dass bei örtlicher Einwirkung von Ammoniak auf die Nerven diese getödtet werden, ist durch Versuche festgestellt.[62]) Dazu kommt, dass Ammoniak die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute verhindert, indem es sich mit ihr verbindet; dadurch muss der normale Gasaustausch gestört und die Blutbeschaffenheit alterirt werden.[63])

Die thatsächlichen Erfahrungen sprechen dafür, wie sehr man sich in der Industrie vor Ammoniakdämpfen zu hüten hat, da die Vergiftungserscheinungen (Schwindel, Husten, Erbrechen, Erstickungsanfälle, Speichelfluss, Anfüllung der

Bronchien mit Schleim u. s. w.) sehr leicht einen letalen Ausgang nehmen können, namentlich wenn der Puls frequent und klein wird, das Gesicht collabirt und der Körper sich mit Schweiss bedeckt.[64]) Man hat auch croupöse, vom Larynx bis in die feinern Bronchien sich ausdehnende Exsudate beobachtet, welche natürlich das Krankheitsbild um so gefährlicher und hoffnungsloser gestalten.

Auf die Pflanzen wirken Ammoniak und die alkalisch reagirenden Ammoniumverbindungen sehr verderblich ein, während die neutralen oder sauer reagirenden Ammoniumsalze wahre Nahrungsmittel der Pflanzen sind. Das Begiessen der Pflanzen mit frischem Urin ist nur aus dem Grunde nachtheilig, weil sich aus dem Harnstoff alkalisch reagirendes Ammoniumcarbonat bildet; 30 pCt. davon dem Wasser zugesetzt, tödten eine Pflanze binnen einer Stunde, mag dasselbe zum Begiessen verwendet oder der Wurzel zugeführt werden; dem Nachtheile kann einigermassen dadurch vorgebeugt werden, dass durch reichliches Begiessen mit reinem Wasser oder einer angesäuerten Flüssigkeit das Ammoniak wieder weggespült wird, ein Abwurf der Blätter ist jedoch fast immer die Folge davon. Das Absterben der Bäume in Städten wird meistens dadurch herbeigeführt, dass man sie als Standpunct zum Uriniren wählt.

Die Pflanzen nehmen die salpetersauren Salze aus dem Regenwasser, dem Thau und dem Boden auf; sie reduciren die Salpetersäure, wobei der Sauerstoff als Wasser austritt und der Stickstoff assimilirt wird. Im Ammoniak trennt sich der Stickstoff erst nach und nach vom Wasserstoff und tritt mit den Kohlenwasserstoffverbindungen, die aus der Kohlensäure entstehen, zu complexern stickstoffhaltigen Verbindungen zusammen.

Ammoniak-Industrie.

Bei der grossen Bedeutung der Ammoniumsalze für die Industrie hat man ihre Darstellung auf sehr verschiedene Weise zu bewirken gesucht. Fäulniss und Verwesung, die trockne Destillation thierischer Substanzen, sowie die Spaltung stickstoffhaltiger Körper bei Gegenwart starker Alkalien oder Säuren liefern vorzugsweise Ammoniak.

Wird der Harn der Fäulniss ausgesetzt, so gruppiren sich seine Elemente unter Aufnahme von Wasser zu Kohlensäure und Ammoniak.

$$CON_2H_4 + H_2O = CO_2 + 2NH_3.$$

Dasselbe geschieht auch, wenn Harnstoff in wässeriger Lösung mit dem Ueberschuss eines Alkali oder einer alkalischen Erde zum Sieden erhitzt wird. Das Gaswasser der Leuchtgasfabriken liefert gegenwärtig die wichtigste Quelle für Ammoniak; es besteht aus anderthalbfach kohlensaurem Ammonium, unterschwefliger Säure, Schwefelammonium, Cyan- resp. Schwefelcyanammonium, essig-, butter- und baldriansaurem Ammonium, Kreosot und Carbolsäure nebst Spuren von Ammoniumsulfat und Ammoniumchlorid. Der Zusatz von Kalk bei der Fabrication dient nur zur Bindung der Säuren, an welche das Ammonium im Gaswasser gebunden ist. Seltner wird fauler Urin allein, häufiger ein Gemenge von Urin und Gaswasser benutzt; diese Fabrication führt die grösste Belästigung für die Abjacenten herbei, da die widerlichsten Gerüche damit verbunden sind. Nach den verschiedenen Rohmaterialien ist die Darstellung eine verschiedene; es ist daher zu unterscheiden:

1) **Die Darstellung der Ammoniumsalze aus Harn und Abort-Flüssigkeiten.** Der Transport dieser Flüssigkeiten geschieht in Fässern, welche möglichst

bald zu entleeren sind. Zu diesem Zwecke haben sie in beiden Böden mit Stopfen versehene Löcher; man zieht zuerst den Stopfen aus einem Boden aus, stellt das Fass mit der Oeffnung nach unten auf den Trichter des Destillationskessels und nimmt alsdann aus dem obern Boden den Stopfen heraus, damit die Flüssigkeit in kräftigem Strome herausstürzt. Die Flüssigkeiten werden in grossen eisernen und langen Cylindern von der Form der Dampfkessel mit Kalk versetzt und der Destillation unterworfen. Das Ammoniak entwickelt sich hierbei reichlich und passirt gut abgekühlte bleierne Schlangen; es scheidet sich hierbei stets eine ölartige Flüssigkeit aus, die man in einem besondern Gefässe, in welche die Kühlschlange mündet, ansammelt und späterhin ablässt. Von hier aus gelangen die Ammoniakdämpfe in Begleitung von sehr übelriechenden Gasen in ein Absorptionsgefäss, welches Schwefelsäure oder Salzsäure enthält, je nachdem man die Fabrication von Ammoniumsulfat $(NH_4)_2SO_4$ oder Chlorammonium NH_4Cl bezweckt. Ist die Flüssigkeit arm an Ammoniak, so müssen mit dem Rohmaterial angefüllte und geschlossene Zwischengefässe aufgestellt werden, in welchen die aus dem Cylinder entweichenden Ammoniakdämpfe angereichert werden, ehe sie in die Kühlschlangen gelangen; diese Flüssigkeit der Zwischengefässe wird später zur Speisung der Cylinder verwendet. In manchen Fabriken wird sogar statt des Kühlwassers das Rohmaterial genommen; alsdann muss der Kühlbottich hermetisch verschlossen und durch ein besonderes Röhrensystem mit den Zwischengefässen verbunden sein, um die Exhalation der Gerüche zu vermeiden.

Die aus dem Absorptionsgefässe entweichenden Gase und Dämpfe bestehen vorzugsweise aus Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und der ganzen Reihe der flüchtigen fetten Säuren. Unter allen Umständen müssen diese unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln unter die Kohlenfeuerung oder bei grossem Betriebe in einen besondern Desinfectionsofen geleitet werden.[65])

Die Verdampfung der Salzlösung geschieht in flachen Pfannen entweder über freiem Feuer oder mittels in Schlangenröhren circulirender Wasserdämpfe. Bei dieser Procedur handelt es sich nicht um die Darstellung reiner Präparate, sie bereitet aber der Nachbarschaft die meiste Belästigung, da sich die Gerüche auf eine Entfernung von 20—30 Minuten in die Umgegend verbreiten können. Nach einem kurzen Aufenthalte in diesem Raume werden alle wollenen Keidungsstücke mit den unangenehmen Dämpfen imprägnirt; sie verlieren diesen Geruch nicht so bald, so dass dadurch für die Umgebung mannigfache Belästigung entsteht.

Das Abdampfen muss unter einem steinernen Gewölbe vorgenommen werden, um die Gase und Dämpfe in die Feuerung der Fabrik ableiten zu können; wollte man sie dem Schornsteine zuführen, so würde hieraus für die Adjacenten nur wenig Vortheil erwachsen, weil sie dadurch nicht hinreichend verdünnt werden.

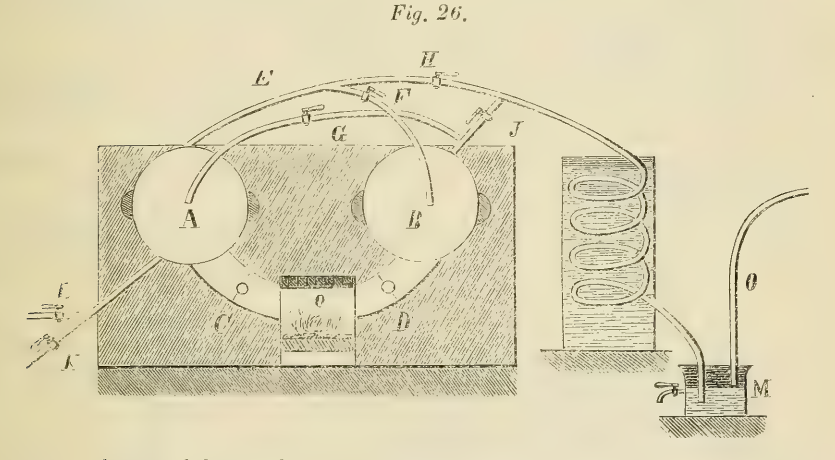
Der **Inhalt der Cylinder** wird nach vollendeter Destillation in Cisternen oder geschlossene Behälter abgelassen. Nach dem Absetzenlassen wird die schwach alkalische Flüssigkeit mittels Heber abgelassen und zwar entweder in Canäle oder auf Aecker; der zurückbleibende Schlamm ist ein gutes Dungmittel und muss als solches verwerthet werden.

2) **Darstellung von Ammoniak aus Gaswasser.** Ammoniak wird aus dem Gaswasser, welches durchschnittlich 0,3 pCt. davon enthält, mit oder ohne Zusatz von Kalkwasser mittels Destillation resp. Fractionirung erhalten. Die

meisten Fabriken dieser Art liegen gegenwärtig in der Nähe der Leuchtgasfabriken, um den Transport der Gaswässer zu vermeiden und das Gaswasser aus der Gasanstalt durch ein unterirdisches Röhrensystem in die Ammoniakfabrik zu leiten; wo dies nicht der Fall ist, darf sich wenigstens kein überflüssiges Rohmaterial in der Fabrik anhäufen. Für den Transport eignen sich am besten eiserne Behälter, namentlich alte Dampfkessel, welche mit Achsen und Rädern versehen sind. Um das Auspumpen zu vermeiden, setzt man das Destillationsgefäss mittels eines Rohrs mit dem Gaswasserbehälter in Verbindung, macht ersteres mittels Wasserdämpfe luftleer und bewirkt dadurch ein rasches Aufsteigen des Gaswassers. Die Destillationsapparate basiren auf dem Princip der fractionirten Destillation, wie solche bei der Spiritusfabrication zur Anwendung kommt.

Das einfachste Verfahren besteht darin, dass man zwei Dampfkessel nebeneinander legt, welche durch ein Feuer geheizt werden (s. Fig. 26). Bei O liegt das Feuer:

Fig. 26.



beide Kessel (*A* und *B*) werden mit frischem Ammoniakwasser unter Zusatz von Kalkmilch gespeist; dann wird *A* zum Sieden gebracht, nachdem man den Schieber *D* geschlossen und den Schieber *C* geöffnet hat. Während des Siedens gelangen die ammoniakalischen Dämpfe durch das Rohr *E* in den Kessel *B*, wobei der Hahn *G* und *H* geschlossen und der Hahn *F* und *J* geöffnet ist. Wenn nun schliesslich die Flüssigkeit in *B* durch den eingetriebenen Dampf in's Sieden geräth, so tritt das Ammoniak aus *A* nebst dem aus *B* in das Condensations- resp. Absorptionsgefäss. Enthält *A* kein Ammoniak mehr, was durch Probehähne zu ermitteln ist, so lässt man die Flüssigkeit aus demselben ab und füllt neues Ammoniakwasser ein. Dieses Einfüllen kann entweder mittels Pumpen oder, was noch zweckmässiger ist, mittels Wasserdämpfe bewerkstelligt werden. In letzterm Fall stehen die Kessel in directer Verbindung (durch das Rohr *K*) mit dem das Rohmaterial enthaltenden Reservoir. Wenn der Kessel *A* durch Wasserdämpfe aus dem Kessel *B* von aller atmospärischen Luft befreit worden ist und der Dampf durch *L* kräftig abströmt, öffnet man den bisher geschlossenen Hahn *K* und schliesst *L*, *F*, *H* und *G*, um das Rohmaterial aufsaugen zu lassen. Dann schliesst man den Schieber *C* und öffnet den Schieber *D*; der Hahn *F* ist geschlossen, *G* geöffnet, *J* geschlossen und *H* geöffnet. Es treten die aus *B* sich entwickelnden Dämpfe durch den Hahn *G* nach *A*. Hier gelangt nun die Flüssigkeit zum Sieden und das Ammoniakgas geht alsdann aus *A* durch das Rohr *E* und den Hahn *H* nach der Condensationsvorrichtung. Das bei der Destillation auftretende und schon oben erwähnte Oel, welches aus schwefelhaltigen und schwefelfreien Theerölen sowie aus Carbolsäure besteht, wird in einem besondern geschlossenen Gefässe (*M*) vom flüssigen Ammoniak separirt und abgelassen. Das Rohr *O* dient zur Ableitung der Gase und Dämpfe.

Beim Zusatz von Kalk entwickelt sich stets der ganze Ammoniakgehalt; die mit dem Ammoniak verbunden gewesenen Säuren: Kohlensäure, Schwefel-

wasserstoff, unterschweflige Säure, Schwefelcyanwasserstoffsäure bleiben, an Kalk gebunden, in der Flüssigkeit.

Wird das Gaswasser für sich erhitzt, so entweicht das an Kohlensäure und Schwefelwasserstoff gebundene Ammoniak vollständig, das an unterschweflige Säure gebundene theilweise unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff, während das mit Schwefelcyanwassertoffsäure verbundene in der Lösung zurückbleibt.

Die Ammoniakdämpfe gelangen in ein Gefäss mit Wasser, von dessen Menge das specifische Gewicht des Salmiakgeistes abhängt. Dieses Gefäss ist stets noch mit einem Ableitungsrohr für die flüchtigen austretenden Gase zu versehen; letztere müssen in die Feuerung abgeleitet werden.

Beim Kalkzusatz findet eine reichlichere Ausbeute von Ammoniak statt; die Rückstände müssen in wasserdichten Cisternen aufbewahrt und anderweitig verwerthet werden, während die über dem Kalke sich ansammelnde Flüssigkeit wegen ihres Gehaltes an löslichen Schwefelverbindungen nur mittels dichter Röhren den Abzugskanälen zugeführt werden darf.

Wenn der Kalkzusatz fehlt, so enthält der Destillationsrückstand noch immer schwefelcyanwasserstoffsaures Ammonium; mittels dichter Röhren kann er aber in die Abzugscanäle abgelassen werden.

Der erhaltene Salmiakgeist ist stets unrein und kann nur zu technischen Zwecken benutzt werden.

Handelt es sich bei der Ammoniakfabrication besonders um die Wegschaffung des Schwefels, so setzt man eine demselben entsprechende Menge von Eisenvitriol und Kalk dem Gaswasser zu: der Schwefel wird alsdann als Schwefeleisen gebunden, während die übrigen empyreumatischen Verbindungen frei bleiben.

Der Destillationsrückstand in den Destillirkesseln verdient hierbei noch eine besondere Beachtung, weil er Ferrocyancalcium und Carbolsäure enthält; derselbe wird gewöhnlich siedend heiss abgelassen, darf aber in diesem Zustande niemals in Senk- und Schlinggruben gelangen, weil hierdurch die nahegelegenen Brunnen sehr gefährdet würden. Man muss diesen Rückstand in besondern Cisternen erkalten lassen, wobei sich die unlöslichen Kalkverbindungen (Ferrocyancalcium) und das Schwefeleisen ausscheiden. Die stark alkalische Flüssigkeit, welche ausser Kalk und Kalksalzen stets noch etwas Carbolsäure enthält, kann ohne Gefahr in verdeckten Canälen in Schwemmcanäle oder grössere Wasserläufe abfliessen; niemals darf man sie aber in Schlinggruben versinken lassen, da der Carbolsäuregehalt die benachbarten Brunnen verderben würde.

Der eigentliche Schlamm der Cisternen kann wegen des erwähnten Gehalts an Ferrocyancalcium unter Umständen durch Behandeln mit Pottasche in der Siedhitze auf Blutlaugensalz bearbeitet werden.

Die Reinigung des Salmiakgeistes geschieht gegenwärtig oft während der Fabrication, indem man die Dämpfe Kohlenfilter passiren lässt.

In einer hiesigen Fabrik liegen drei Kessel übereinander, von denen die beiden untersten durch directe Feuerung erhitzt werden und mit Rührwerken zur innigen Mischung des Kalkes versehen sind. Der oberste Kessel dient als Vorwärmer oder Dephlagmator: vom dritten Kessel wird das Gas durch ein ausgedehntes System von *Liebig*'schen Kühlern geleitet, um den Wasserdampf abzugeben, und dann den Waschflaschen und Condensationsapparaten zugeführt. Letztere sind unter sich durch mit Holzkohle gefüllte Rohre verbunden, die etwaige Reste von Empyreuma wegnehmen und chemisch reinen Salmiakgeist liefern sollen. Durch das Einbringen der ganzen Menge von Kalk in die Kessel vor der Operation soll die Verunreinigung des Salmiakgeistes durch die flüchtigen Ammoniumverbindungen (Schwefelammonium, Ammoniumcarbonat) verhütet werden [66].

In Laboratorien gebraucht man zur Darstellung des Salmiakgeistes ein Gemenge von Salmiak und gelöschtem Kalk (Calciumhydrat), welche man in grosse Retorten aus Steingut bringt und erhitzt:

$$2\,NH_4Cl + Ca(OH_2) = CaCl_2 + 2\,H_2O + 2\,NH_3.$$

Das Gas wird in Vorlagen aufgefangen, welche nach Art der *Woulf*'schen Flaschen

construirt, theilweise mit Wasser angefüllt und mittels Röhren untereinander sorgfältig verbunden sind, damit sich kein Gas verflüchtigt.

Um Flaschen mit Salmiakgeist zu füllen, bedient man sich häufig eines einfachen Hebers, wodurch schon oft Unglückfälle herbeigeführt worden sind, wenn die Flüssigkeit hierbei in den Mund gelangte. Es sind hierbei stets Säureheber mit Saugrohr zu verwenden, um jede Berührung der Flüssigkeit mit der Mundhöhle oder selbst zufällige Vergiftungen zu verhüten.

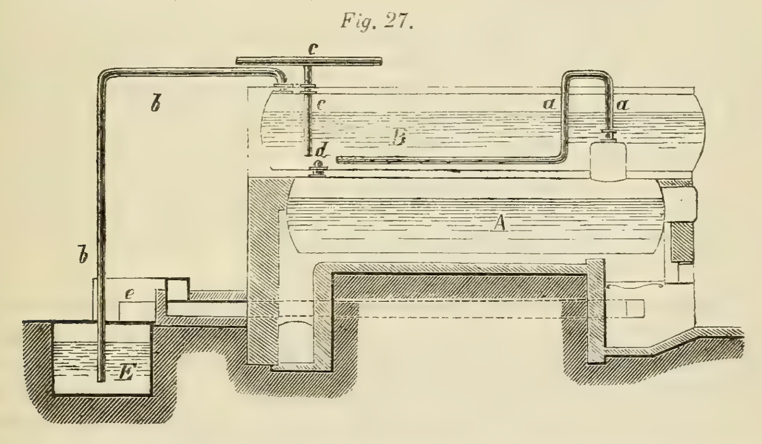
Salmiakgeist darf nur in Glas- und Steingutgefässen mit gleichnamigem Verschluss oder mit in Paraffin getränkten Kork- oder Kautschukstöpseln aufbewahrt oder versandt werden.

Technische Verwendung des Salmiakgeistes. Ausser in der Medicin wird Salmiakgeist bei sehr vielen chemischen und technischen Processen, beim Präcipitiren, beim Auflösen, Scheiden, bei der Extraction der Erze (Kupfererze), beim Waschen der Wolle und Seide, in der Färberei und in der Farbenfabrication, namentlich zur Darstellung der Orseille, des Persio (Cud-bear), des Lackmus aus den verschiedenen Flechtenarten, der Anilin- und Naphtalinfarben, bei der Indigobereitung auf Java, beim Ammoniak-Sodaprocess u. s. w. verwendet.

Die Carré'sche Eismaschine beruht auf der bedeutenden Kälte, welche sich bei der Entwicklung der Ammoniakdämpfe im luftverdünnten Raume erzeugt. Die sogenannte Kraftmaschine, bei welcher die motorische Kraft durch die Expansion der Ammoniakdämpfe erzeugt wird, hat sich in der Praxis nicht bewährt.[67])

3) **Directe Darstellung von Ammoniumsulfat aus den Gaswässern.** Man gebraucht dazu einen Apparat, welcher sich wenig von dem in Fig. 26 dargestellten unterscheidet. Der Hauptunterschied besteht in der Lage der beiden Kessel und in der Feuerungsanlage (s. Fig. 27).

Fig. 27.



Das Ammoniak entweicht aus dem Gaswasser im Kessel *A* durch das Rohr *a* in den Kessel *B*, erwärmt das Wasser darin und macht aus diesem einen weitern Theil Ammoniak frei. Die Ammoniakdämpfe entweichen dann sämmtlich durch das Rohr *b* in den mit Schwefelsäure und mit Blei ausgefütterten Apparat *E*, in welchem sich Ammoniumsulfat bildet. Wasserdämpfe, nicht condensirte Gase, namentlich Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, neben Schwefelcyanwasserstoff, schwefliger Säure, Essig-, Butter- und Baldriansäure, entweichen durch das Rohr *e* in einen Canal, welcher unter dem Rost der Feuerung des Kessels mündet, um hier zur vollständigen Verbrennung zu gelangen. Wenn alles Ammoniak aus dem Wasser im Kessel *A* entwichen ist, wird letzteres abgelassen; dann wird durch das Rohr *d* aus dem Kessel *B* das Wasser, welches noch etwas Ammoniak enthält, in den Apparat *A* abgelassen und *B* durch die Röhre *c* mit frischem Ammoniakwasser gefüllt. Der ganze Apparat spielt dann weiter, wie oben angegeben worden ist.

Der Destillationsrückstand darf auch hier wegen seines Gehalts an Carbolsäure niemals in Senkgruben abgelassen werden.

Bei dieser Methode wird die Verbindung, Ammoniumsulfat, sofort krystallinisch ausgeschieden, wenn die angewendete Schwefelsäure 50° B. stark war: das so gewonnene Präparat ist aber sehr unrein.

Je grösser der Betrieb ist, desto sorgfältiger ist auf die Verbrennung der entweichenden Gase und Dämpfe zu achten. Da die Dämpfe viel Wasserdampf enthalten, so ist es zweckmässig, sie durch lange, möglichst erwärmte Röhren zu leiten, um die grössere Menge von Wasserdampf niederzuschlagen und dadurch die Verbrennung des Schwefelwasserstoffs zu erleichtern. Die Zerstörung des letztern wird sowohl im Interesse der Arbeiter als der Adjacenten absolut erfordert. Hierzu reicht aber die Kesselfeuerung nicht immer aus; es wird vielmehr häufig eine besondere, mit dem Schornstein verbundene Feuerung nothwendig; dazu kommt dann die grosse Menge schwefliger Säure, welche aus der Verbrennung von Schwefelwasserstoff entsteht und durch den Schornstein entweicht. Man hat berechnet, dass unter diesen Umständen bei 1 Centner Gaswasser 1/2 Pfund, bei 10,000 Centner also 50 Centner schweflige Säure in die Luft gelangen. Schätzt man den Gehalt des Gaswassers an Schwefel auf das Mittel von 0,4 % Schwefel, so würden 10,000 Centner eigentlich 80 Centner dieser Säure bilden; berücksichtigt man aber, dass ein Theil des Schwefels noch in der Form von schwefelcyanwasserstoffsaurem Ammonium in der Flüssigkeit zurückbleibt, ein andrer Theil desselben an die unterschweflige Säure gebunden bleibt, so kann man das zuerst hervorgehobene Verhältniss im Allgemeinen als massgebend betrachten.[68])

Bei einem mässigen Betriebe werden jährlich 10.000 Centner Gaswasser bearbeitet; ein 60 Fuss hoher Schornstein würde dann immerhin eine Menge von ca. 12 Pfd. SO_2 pro Tag ohne Belästigung der Adjacenten in der Atmosphäre zur Vertheilung bringen. Oertliche Verhältnisse, Richtung der Winde, eine zeitweilig stärkere Entwicklung von Schwefelwasserstoff resp. schwefliger Säure vermögen aber immerhin eine grössere Belästigung zu bedingen; dann könnten Massregeln erheischt werden, wodurch auch die schweflige Säure auf irgend eine Weise unschädlich gemacht werden müsste; welches Mittel man dazu wählt, hängt dann von dem etwa gleichzeitig beabsichtigen Zwecke ab (s. schweflige Säure S. 154).

Reinigung des rohen Ammoniumsulfats. Bei der Versetzung von Ammoniak mit Schwefelsäure ist stets ein kleiner Ueberschuss derselben erforderlich, damit beim Eindampfen und Concentriren der Salzlösung die meisten theerartigen Producte durch die Einwirkung der freien Schwefelsäure zerstört werden. Bei der Abdampfung ist, wie schon erwähnt worden, die Abführung des Empyreuma sehr nothwendig. Es ist deshalb zweckmässig, die Flüssigkeit vor dem Abdampfen ein mit Wasser durchtränktes Sand- oder Bimssteinfilter passiren zu lassen, wenn eine Filtervorrichtung ähnlicher Art nicht schon bei der Fabrication benutzt worden ist. Immerhin gehen aber während des Abdampfens eine Menge stinkender Bestandtheile (Pyrrhol, Carbolsäure) ab, welche sich besonders in wollnen Kleidungsstücken festsetzen und auch weit über die Fabrik hinaus das Geruchsorgan belästigen. Bei grösserer Concentration fehlt selten eine schwache Entwicklung von schwefliger Säure.

Röstung der Salzmasse. Die feste Salzmasse gelangt weiterhin in Röstkessel, welche gewöhnlich aus Gusseisen construirt und fest sind. Hier wird

das Salz bis zur Entwicklung von schwefligsauren und schwefelsauren Dämpfen erhitzt; während dieser Röstung werden alle organischen Substanzen zerstört resp. verflüchtigt. Die riechenden Stoffe werden durch die hohe Temperatur ausgetrieben und die färbenden Substanzen durch den Ueberschuss von Schwefelsäure zerstört.

Es entwickeln sich neben der schwefligen Säure noch beträchtliche Mengen von Anilin, Picolin, Lutidin, Leucolin u. s. w., wenn es sich um das aus Gaswässern bereitete Ammoniak handelt, ferner Methylamin, Amylamin, Propylamin, wenn das Salz vom Urin herrührt, lediglich die ganze Reihe der Picolinbasen, wenn die trockne Destillation thierischer Substanzen oder bituminöser Fossilien das Rohproduct geliefert hat. Diese flüchtigen Picolinbasen reizen die Augen der Arbeiter sehr bedeutend und erzeugen beim Einathmen einen äusserst bittern Geschmack. Bei dieser Röstung ist es deshalb durchaus erforderlich, alle diese flüchtigen Producte zu beseitigen und zu zerstören. Zu diesem Zwecke gebraucht man birnförmig construirte Kessel, welche nur seitlich eine Oeffnung haben, aber mit einem Rohr versehen sind, wodurch die sich entwickelnden Gase und Dämpfe entweichen und direct in eine Feuerung geleitet werden müssen. Nach dem Rösten wird die Salzmasse in Wasser gelöst, filtrirt und zur Krystallisation gebracht.

Dies so dargestellte **Ammoniumsulfat** ist das secundäre oder neutrale Salz $(NH_4)_2 SO_4$, welches in farblosen rhombischen Säulen krystallisirt, sauer schmeckt und in Wasser leicht löslich ist Es wird zur Darstellung des Ammoniumalauns und der meisten Ammoniumsalze benutzt.

Das saure oder primäre Ammoniumsulfat $(NH_4)HSO_4$ erhält man, wenn man dem neutralen Salz noch so viel Schwefelsäure zusetzt, als es bereits enthält.

Das rohe Ammoniumsulfat findet fast nur für künstliche Dungbereitung Verwendung, die sich gegenwärtig sehr grossartig gestaltet und einen besondern Industriezweig repräsentirt.

4) **Darstellung von Ammoniumcarbonat als Nebenproduct der trocknen Destillation.** Behufs Darstellung von Beinschwarz werden die ausgekochten Knochen in liegenden gusseisernen Cylindern der trocknen Destillation unterworfen. Das hierbei auftretende Gasgemisch enthält ausser den stinkenden brenzlichen Dämpfen von Oleum Dippelii grosse Mengen von kohlensaurem Ammonium, Kohlenoxyd, leichtem und schwerem Kohlenwasserstoff, Ammoniak, Cyanammonium resp. Schwefelcyanammonium und die ganze Reihe der Picolinbasen.

Zur Abscheidung des Ammoniumcarbonats lässt man die Gase und Dämpfe ein System von Fässern oder Bleikammern durchstreichen, in welchen sich dasselbe krystallinisch, mit den empyreumatischen Flüssigkeiten durchtränkt, abscheidet. Auch besteht die wässrige Flüssigkeit, welche sich hier absetzt, aus einer concentrirten Lösung dieses Salzes. Man nennt sie Spirit. cornu cervi, während das feste Salz, Ammoniumsesquicarbonat $(NH_4)_2CO_3 + 2(NH_4)HCO_3$ unter dem Namen Ammonium carb. pyro-oleos. s. sal volat. cornu cervi bekannt ist. Es ist leicht löslich in Wasser, entwickelt an der Luft Kohlensäure und Ammoniak und zerfällt dabei allmählig in ein weisses Pulver, primäres (saures) Ammoniumcarbonat $(NH_4)HCO_3$.

Der Rückstand der trocknen Destillation ist das Beinschwarz (Ebur ustum, Knochenkohle).

Die Gase und Dämpfe, welche aus der letzten Condensationsvorrichtung entweichen, müssen unter den Rost der Retortenfeuerung geleitet werden und zwar jedenfalls mit Benutzung der Sicherheitsapparate, weil sonst bedeutende Explosionen entstehen können Das Salz wird nachträglich noch durch Sublimation in eisernen Töpfen mit bleiernen Deckeln gereinigt, nachdem es vorher in wässriger Lösung durch Zusatz von Thierkohle entfärbt und desodorificirt worden ist.

Die ganze Fabrication gehört ausserhalb jeden Häuserbereiches und muss in möglichst einsamen und nicht bewohnten Gegenden stattfinden, da der lästige Gestank nie ganz zu vermeiden ist.

Kohlensaures Ammonium als Handelswaare. Um ein vollkommen reines kohlensaures Ammonium darzustellen, unterwirft man 1 Th. Salmiak und 3 Th. Kreide (Calciumcarbonat) der Sublimation. Es entsteht neben Ammoniumcarbonat noch das werthlose Chlorcalcium:

$$2\,NH_4Cl + CaCO_3 = (NH_4)_2CO_3 + CaCl_2.$$

Nimmt man Kreide und Ammoniumsulfat, so geht hierbei nur etwas Kohlensäure weg. Es bildet sich zuerst einfach kohlensaures Ammonium und als Rückstand bleibt Gips. Ersteres zerlegt sich aber sogleich in anderthalb kohlensaures Ammonium und Ammoniak.

Nimmt man statt Calciumcarbonat das entsprechende Bariumsalz, so erhält man Chlorbarium, welches zur Darstellung von Permanentweiss dienen kann.

Das neutrale Salz, Ammonium carbonicum, existirt nur in Lösung.

Das Ammonium carbonicum der Pharmacopöe ist Ammonium sesquicarbonat; um es rein darzustellen, muss es einer nochmaligen Sublimation unterworfen werden.

Die **Anwendung des Ammoniumsesquicarbonats** in der Technik und in den Gewerben ist vielseitig. In reinem Zustande dient es in der Zucker- und Lebkuchenbäckerei, bei feinem Weissbrot als Zusatz zum Teige statt der Hefe, zum Bleichen der Kupferstiche, im unreinen Zustande zum Ausziehen des Kupfers aus den Erzen, der Flechtenfarbstoffe aus den verschiedenen Flechtenarten, zur Darstellung der übrigen Ammoniumsalze, zum Waschen von wollenen und seidnen Gegenständen, zum Entfetten des Handschuhleders (fälschlich Beizen genannt), bei der Hornwaarenfabrication, beim Walken der Tücher in der Form des faulenden Urins, da Ammoniumsesquicarbonat mit den fetten Säuren unter Fahrenlassen der Kohlensäure eine im Wasser lösliche Seife bildet.

5) **Darstellung von Salmiak.** Die fabrikmässige Darstellung von Salmiak in Europa datirt aus dem 18. Jahrhundert, nachdem die Gebrüder Gravenhorst 1759 in Braunschweig die erste Salmiakfabrik angelegt hatten Je nach den Ortsverhältnissen wird der Salmiak auf verschiedene Weise dargestellt. Die hauptsächlichsten Methoden sind folgende:

1) Man fällt die an Chlormagnesium und Chlornatrium reichen Mutterlaugen von Salzsoolen oder vom Meereswasser mit Ammoniumcarbonat.

2) Man neutralisirt das aus faulendem Urin oder aus Gaswasser gewonnene Ammoniak mit Salzsäure. Nach dem Abdampfen und Krystallisirenlassen der Lauge in Bottichen erhält man ein braunes und grobkörniges Salz, welches durch Sublimation oder Umkrystallisiren gereinigt wird. Beim Abdampfen sind die oben angeführten Dämpfe zu berücksichtigen.

3) Wendet man Ammoniumsulfat und Kochsalz an, so lässt sich der Salmiak auf nassem und trocknen Wege darstellen. Im erstern Falle bildet er sich durch gegenseitige Zersetzung von concentrirten Lösungen der genannten Salze, wobei sich Glaubersalz ausscheidet und Salmiak in der Flüssigkeit bleibt. Beim Abdampfen, wobei wieder die erwähnten Vorsichtsmassregeln zu beachten sind, erhält man zuerst Glaubersalz und alsdann mit Glaubersalz verunreinigten Salmiak, weshalb ein Auswaschen und Umkrystallisiren oder eine Sublimation nachfolgen muss. Wählt man den trocknen Weg, so wird das wasserfreie Ammoniumsulfat mit Kochsalz gemischt und der Sublimation unterworfen. Das sich bildende Glaubersalz bleibt zurück und Salmiak sublimirt. Die Sublimation geschieht in runden gusseisernen Kesseln, deren flacher Boden mit Chamotte bekleidet ist; der hutähnliche Deckel von demselben Metall oder gebranntem Thon hat in der obern Oeffnung einen Eisenstab zum Rühren. Man gebraucht auch Thongefässe, deren oberer Theil mit einer Oeffnung versehen ist, welche mit einem Kreidestöpsel lose verschlossen wird.

Es entweichen anfangs mit salzsauren Dämpfen gemischte Salmiakdämpfe, die neben dem losen Kreideverschluss weggehen, weshalb der Ofen mit den Kesseln oder Töpfen unter einem gut ziehenden Rauchfange anzulegen ist. Die thönernen Töpfe

sind zwar die ältesten, aber sehr praktisch, indem sie das in der zu sublimirenden Masse enthaltene Wasser aufsaugen und nach aussen hin wieder zur Verdampfung bringen; sie stehen gewöhnlich in einem Galeerenofen. Um dabei jeden Verlust zu vermeiden, bedeckt man den Kreideverschluss noch mit einem thönernen Blumentopfe.

Die ganze Kunst bei dieser Fabrication besteht in der ruhigen Regulirung des Feuers, damit der Salmiak nur zusammenballt und nicht zusammenfliesst. Im Handel kommt er entweder in Broden resp. in weissen und durchscheinenden Scheiben und Ziegeln oder seltner in Zuckerhutform vor. Im letzteren Falle wird der auf nassem Wege dargestellte Salmiak durch Umkrystallisiren gereinigt, seine Lösung zu einem dicken Brei angerührt und in thönerne Zuckerhutformen gebracht.

Salmiak, Ammoniumchlorid, Chlorammonium, Ammonium chloratum s. muriaticum NH_4 Cl kommt als vulkanisches Product in den Höhlungen der Laven fertig gebildet vor, in kleinen Mengen auch in den thierischen Se- und Excreten. Früher versorgte Aegypten fast ganz Europa mit Salmiak, als er noch aus dem beim Verbrennen des Kameelmistes entstehenden Russ dargestellt wurde. Auch beim Brande von Torf-, Braunkohlen- und Steinkohlenlagern kann er sich bilden.

Salmiak krystallisirt in Würfeln und Oktaedern, welche sich zu federartigen Vegetationen gruppiren; er greift Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Messing und Blei an. In der Technik benutzt man ihn zum Verzinnen und Verzinken, zum Löthen, in den Kattundruckereien, in den Färbereien, bei der Schnupftabakfabrication, in der Metallurgie, zur Gewinnung der Platinmetalle, in der Goldscheidekunst, Galvanoplastik und vielfach beim Düngen der Felder.

Hält man eine Rückschau auf die Ammoniakindustrie, so hängt die Frage, ob die betreffenden Fabriken in der nächsten Nähe der Gasfabriken, somit im Bereiche von bewohnten Häusercomplexen, zu gestatten sind, nur von der sachgemässen Durchführung der die Adjacenten betreffenden Schutzmassregeln ab. Ihr Schwerpunkt liegt in der Vernichtung der höchst übelriechenden Gase und Dämpfe (Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Empyreuma), welche beim Zusatz der Säuren zum flüssigen Ammoniak, also bei der Darstellung von Ammoniumsulfat oder Ammoniumchlorid, entstehen. Auch das Wohl der Arbeiter erfordert ihre Beseitigung aus den Fabrikräumen, weil sie sonst erfahrungsgemäss heftige Augenentzündungen erzeugen. Die Verbrennung dieser Gase und Dämpfe ist unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln, nöthigenfalls unter Benutzung besonderer Desinfectionsöfen, stets erforderlich; unter diesen Vorsichtsmassregeln ist immer das Einlegen von Drahtbündeln in das Ableitungsrohr zu verstehen, um hierdurch das Zurückschlagen der Flamme zu verhüten.

Ob und wie das Verbrennungsproduct, die schweflige Säure, unschädlich gemacht werden soll, hängt von den concreten Fällen und localen Verhältnissen ab. Sicherheitsventile an den Destillationsapparaten dürfen niemals fehlen, weil die leicht eintretenden Verstopfungen in den Gasleitungsröhren weit eher als der geringe Druck, unter welchem gearbeitet wird, Kesselexplosionen herbeiführen können.

Die Fabriken, welche mit gefaultem Urin arbeiten, die Salzlösung eindampfen, die Röstung der Salzmasse vornehmen oder Ammoniumcarbonat durch trockene Destillation gewinnen, sind aus jedem Häusercomplex zu verbannen und nur entfernt von menschlichen Wohnungen zu dulden, da auch bei der grössten Sorgfalt der durchdringende Geruch, welchen solche Fabriken exhaliren, nie ganz zu vermeiden ist.

Beseitigung der ammoniakalischen Dämpfe in sanitärer Beziehung. Es kommen nicht selten Fälle vor, wo die Beseitigung der ammoniakalischen Dämpfe und Verbindungen wünschenswerth und nothwendig wird.

1) Die Desinfection der Uringruben ist besonders dann erforderlich,

wenn die localen Verhältnisse eine ökonomische Benutzung des Urins nicht gestatten und ein Abfluss desselben in öffentliche Canäle oder Gräben durch die Umstände geboten ist.

Die vorhergehende Desinfection wird alsdann am sichersten durch Chlormagnesium und zwar in Form der chlormagnesiumreichen Mutterlaugen der Salinen bewirkt. Das Chlormagnesium bindet nicht nur die Phosphorsäure, sondern fixirt auch das Ammoniak und die andern flüchtigen Basen, indem die Phosphorsäure mit dem Ammoniak als phosporsaures Ammonium-Magnesium $Mg(NH_4)PO_4 + 6H_2O$ auftritt. Die hierbei abfallende Flüssigkeit kann jedenfalls in Canälen zum Abfluss gelangen.

Eine ähnliche Wirkung wird der gebrannte Dolomit haben und an manchen Orten leichter zu beschaffen sein; Gips ist ebenfalls hier anwendbar.

2) In Lagerräumen von Guano erscheint das Bestreuen des Bodens und der Säcke mit Gipspulver als ein sehr geeignetes Mittel, um die vom Guano ausgehenden ammoniakalischen Gase zu binden. Durch die Schwefelsäure des Gipses wird das Ammoniumcarbonat in Ammoniumsulfat verwandelt, während die ausgeschiedene Kohlensäure mit dem freien Kalk neutrales Calciumcarbonat bildet. Die flüchtigen organischen Säuren, die Butter-, Baldriansäure u.s.w., welche am meisten den unangenehmen Geruch verursachen, kommen nun mit dem Calciumcabonat in Berührung und werden von demselben partiell gebunden. Hat eine Sättigung durch diese Säuren stattgefunden, so kann durch den Einfluss der atmosphärischen Luft wieder ein Aushauchen der flüchtigen Fettsäuren veranlasst werden, weshalb das Bestreuen mit Gips stets nach einer gewissen Zeit um so eher erneuert werden kann, als das sich bildende Ammoniumsulfat ebenfalls ein gutes Dungmittel ist.

Man kann auch noch Vorhänge von grobem, in Kalkmilch getauchten Zeuge vor den Säcken aufhängen, um die Säuren zu binden.

3) In Viehställen, namentlich in Pferde- und Eselställen, in den Baulichkeiten der zoologischen Gärten wird das Bestreuen des Bodens mit wasserhaltigem Gips (faserigem Gips) das Ammoniak vor dem Verdunsten schützen; der wasserfreie, natürlich vorkommende Gips ist ebensowenig wie gebrannter Gips zu gebrauchen.

Bei der Tuchfabrication heisst das Entfetten der Laken Walken. Es wird hierzu der gefaulte Urin unter Zusatz von Thon (Walkererde) und Oel-Kali-Seife benutzt, wobei fast lediglich sein Gehalt an Ammoniumcarbonat in Betracht kommt; hier sind die ammoniakalischen und andere übelriechende Gase und Dämpfe schwer zu beseitigen. Die betreffenden Waschwässer, welche ausser den Bestandtheilen des Urins auch noch Seife und Thon enthalten, sind für die Fischzucht sehr nachtheilig, wenn sie in Bäche oder Teiche abfliessen. Am zweckmässigsten würden sie zur Berieselung dienen; um ihnen, wenn letztere nicht zulässig ist, einigermassen die düngenden Bestandtheile und den Fettgehalt zu entziehen, ist es vortheilhaft, die ersten Walkwässer zuerst mit einer Auflösung von Chlorcalcium und dann mit Chlormagnesium zu versetzen. Das Chlorcalcium scheidet das Fett der Seife als eine unlösliche Kalkseife ab, die gesammelt und mit Schmiermaterialien verwerthet wird. Durch das Chlormagnesium wird aus dem Urin die Phosphorsäure und das Ammoniak als das oben erwähnte tertiäre Phosphat ausgeschieden. Ist kein Ueberschuss

des Fällungsmittels zugegeben worden, so können die klaren Wässer frei abgelassen werden.

5) Bezüglich der Anwendung des gefaulten Urins bei der Handschuhfabrication ist zu bemerken, dass die Application desselben mittels Aufbürstens stattfindet und dabei ein rasches Verdunsten der übelriechenden Gase und Dämpfe eintritt, weshalb für die Beseitigung resp. Unschädlichmachung derselben gesorgt werden muss. Es wird allerdings schwierig bleiben, dies durch eine kräftige Ventilation in den kleinlichen Arbeitslocalen zu bewerkstelligen; man wird in dieser Beziehung immer nur das Oeffnen der Fenster und Thüren benutzen können. Stets werden zunächst die Augen, die Nase und der Mund der Arbeiter von diesen scharfen Ausdünstungen getroffen, weshalb das Tragen von in Essig getränkten Schwämmen vor Mund und Nase recht gute Dienste leisten wird. Bei Vernachlässigung dieser Vorsichtsmassregeln muss die Gesundheit der Arbeiter gefährdet werden; nach unseren Erfahrungen haben viele derselben ein sehr ungesundes Aussehen und klagen stets über Mangel an Appetit. In einem concreten Falle konnte mit Bestimmtheit die Ursache der raschen Entwicklung einer Lungentuberkulose auf diese schädlichen Einflüsse bezogen werden.

Uebrigens ist der Gebrauch des gefaulten Urins eine alte, nur durch die Empirie sanctionirte Methode, welche keine wissenschaftliche Begründung hat, da ebenso gut Ammoniumcarbonat oder Ammoniumphosphat angewendet werden kann, wodurch am besten alle Nachtheile, die der Verwendung des gefaulten Urins anhaften, vermieden werden könnten. Auch hat man in vielen Fällen als Ersatzmittel eine Lösung von Borax mit Vortheil benutzt.

Alles dieses gilt auch von der Application des gefaulten Urins bei Darstellung von Hornwaaren, wodurch der Oberfläche des Horns das Fett vor dem Färben entzogen und die Aufnahme der Farbe begünstigt wird; deshalb nennt man diese Präparation auch fälschlich das Beizen.

Ammonium und Schwefel.

1) **Ammoniumsulfid, Einfach Schwefelammonium** $(NH_4)_2S$. Es entspricht dem Schwefelkalium und stellt nadelförmige, farblose Krystalle von alkalischer Reaction dar. Schon bei gewöhnlicher Temperatur geben sie einen Theil ihres Ammoniaks ab: es entsteht durch Zusammenbringen von 1 Vol. Schwefelwasserstoff und 2 Vol. Ammoniakgas. Als Flüssigkeit in wasserfreiem Zustande bildet es sich bei der Destillation von Salmiak und Einfach-Schwefelkalium:

$$K_2S + 2NH_4Cl = 2KCl + (NH_4)_2S.$$

In wässeriger Lösung erhält man es, wenn man Salmiakgeist in zwei gleiche Theile theilt, den einen mit Schwefelwasserstoff sättigt und den andern alsdann hinzuschüttet. Man bildet somit Ammoniumsulfhydrat, dem man Ammoniak hinzufügt:

$$(NH_4)OH + H_2S = (NH_4)SH + H_2O.$$
$$(NH_4)SH + (NH_4)OH = (NH_4)_2S + H_2O.$$

Einwirkung von Schwefelammonium auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glasglocke. 4 Grm. Salmiak und 12 Grm. Kaliumsulfid werden der Destillation unterworfen. Als die Dämpfe in der Glocke kaum sichtbar werden, schüttelt die Taube mit dem Kopfe, blinzelt mit den Augen, wird unruhig, während aus dem Schnabel und den Augen Flüssigkeit quillt. Nach 2 M. 14 Inspirationen binnen $1/4$ M.; grosse und beständige Unruhe, häufiges Schmecken. Bei schwacher Zuleitung der Dämpfe nach 4 M. Putzen in den Federn, grösste Unruhe, Blinzeln mit den Augen und Anschwellen derselben. Nach 7 M. Taumel und Niedersetzen: nach $7^1/_2$ M. allgemeine Convulsionen; dann sofortige Herausnahme. Vollständige Asphyxie, erst nach $1^1/_2$ M. beginnt ein schwaches und unterbrochenes Athmen: der Körper ist ganz steif und die Taube lässt sich wie eine todte Masse hin und her bewegen. Nach 3 M. 13 un-

regelmässige Inspirationen: die Taube stellt sich dann aufrecht, schwankt aber beständig nach vorn und hinten. Nach 5 M. noch starkes Schwanken: nach 7 M. geht sie grade einher und sucht einen dunklen Ort auf: die Respiration regelt sich allmählig. Die Taube erholt sich vollständig.

2) Ein Kaninchen sitzt in der Glocke, in welche die Dämpfe dringen. Sogleich Urinlassen und halbes Schliessen der Augen: schon nach 1 M. die heftigsten Convulsionen: dann sofortige Herausnahme. Vollständige Asphyxie, die offenen Augen mit erweiterten Pupillen stehen hervor: nach 1/2 M. einige krampfhafte mit Schleimrasseln verbundene Inspirationen, welche sich alsbald beschleunigen. Nach 4 M. ist die Pupille weniger erweitert bei noch hervortretenden Augen; nach 5 M. Husten mit geringer Erhebung des Kopfes: nach 6 M. legt sich das Thier auf den Bauch und bleibt in dieser Lage mit gespreizten Vorderbeinen: die Hinterbeine zieht es erst auf einen angebrachten Reiz wieder an sich. Nach 8 M. 26 unregelmässige Inspirationen in derselben Bauchlage, nach 9 M. 14 Inspirationen, nach 25 M. macht es schwache Gehversuche, nach 30 M. erholt es sich immer mehr und bleibt gesund.

3) Eine Taube sitzt in der Glasglocke: beim Eindringen der Dämpfe in dieselbe sogleich grosse Unruhe, Blinzeln mit den Augen, heftiges Würgen ohne Erbrechen und Schwanken. Nach 1 M. fällt sie auf die Seite und flattert mit den Flügeln: hierauf weites Aufsperren des Schnabels bei einzelnen krampfhaften Inspirationen; dann sehr heftige Convulsionen. Nach 2 M. Asphyxie, in den Nacken zurückgezogener Kopf, ein schwaches Zittern der Flügel und rascher Tod.

Section 4 Stunden nachher. Pupille in mittler Contraction, Hals schwanenartig gebogen. Hirnhäute schwach injicirt: Plex. venos. spin. mässig mit dunklem flüssigem Blute angefüllt. Das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea stark injicirt; beim Durchschneiden der linken Brustmuskeln fliesst viel flüssiges Blut aus. Trachealschleimhaut schwach injicirt und mit einer dünnen Lage schleimiger Flüssigkeit bedeckt, welche unterhalb der Theilung der Luftröhre blutig gefärbt ist: die Schleimhaut der grössern Bronchien ist sehr geröthet. Die Lungen von hellrother Farbe; nur am untern Rande ein 1 Linie breiter, braun gefärbter Streifen, das Parenchym braunroth marmorirt: es knistert und entleert überall wenig flüssiges Blut. Das Herz und alle grössern Gefässe strotzen von flüssigem Blute, der Herzmuskel ist stark injicirt. Blut vorherrschend flüssig und in starken Schichten schwärzlich braunroth, gerinnt an der Luft sehr rasch und röthet sich wenig: Blutkügelchen vorherrschend normal, mehrere seitlich eingerissen, einzelne zerfallen. Leber dunkelbraunroth mit schwärzlicher Schattirung, sehr blutreich, ebenso die Nieren. Die Oberfläche der Därme ist bis zum Magen hin stark injicirt: alle grössern Gefässe strotzen von flüssigem Blute.

Es ist hier hervorzuheben, dass man in der Technik dem Einfach-Schwefelammonium selten begegnet. Auch bei der obigen Darstellung ist es bloss im Entstehungsmomente rein, zersetzt sich aber sofort durch den Einfluss der atmosphärischen Luft und bildet höhere Schweflungsstufen. Bei der stattgehabten Einwirkung auf den Thierorganismus kann es sich daher auch nur um Mehrfach-Schwefelammonium handeln, das im Blute die Entwicklung von Schwefelwasserstoff unter Abscheidung von Schwefel veranlassen wird; die Symptome sind daher ähnlich den der Schwefelwasserstoff-Intoxication, wie aus dem Taumel, den sehr heftigen Convulsionen und der Asphyxie hervorgeht. Erscheinungen, die sich stets bei der Einwirkung concentrirter Mengen dieser Verbindung kund geben. (s. S. 238.)

2) **Ammoniumsulfhydrat, Ammoniumhydrosulfid, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium** $(NH_4)HS$ entsteht bei der Fäulniss stickstoff- und schwefelhaltiger organischer Substanzen, findet sich daher in Abtrittsgruben und fast überall, wo in Folge der Fäulniss Schwefelwasserstoff auftritt, z. B. bei den jauchigen Eiterproductionen im Thierkörper. Ausserdem fehlt es nie im Gasreinigungskalk und in den Gaswässern bei der Darstellung des Leuchtgases aus Steinkohlen, Torf, bituminösem Schiefer und Braunkohle. Durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in eine alkoholische Ammoniaklösung erhält man es in farblosen, höchst übelriechenden Blättern, die sich an der Luft sehr bald gelb färben. Die wässerige Lösung bildet sich durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in wässeriges Ammoniak. Die anfangs farblose Flüssigkeit färbt sich an der Luft durch Bildung von Polysulfiden gelb und ist unter dem Namen Schwefelammonium als Reagens bekannt.

Indem der Sauerstoff der Luft oxydirend einwirkt, erzeugt sich unterschwef-

ligsaures Ammonium und freier Schwefel, welcher sich aber in dem noch unzersetzt gebliebenen Ammoniumsulfhydrat auflöst und Ammoniumbisulfid bildet:

$$4(NH_4)HS + 5O = (NH_4)_2S_2O_3 + (NH_4)_2S_2 + 2H_2O.$$

In Folge weiterer Oxydation geht das unterschwefligsaure Ammonium allmählig in schwefligsaures $(NH_4)_2SO_3$ und schwefelsaures Ammonium $(NH_4)_2SO_4$ über, während Schwefel austritt.

Die zwei- und dreifach geschwefelte Verbindung (Ammoniumbisulfid $(NH_4)_2S_2$ und Ammoniumtersulfid $(NH_4)_2S_3$) stellt man direct dar, wenn man in der frisch bereiteten klaren Lösung von Ammoniumsulfhydrat Schwefel auflöst, wobei sie sich unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff gelb färbt:

$$2(NH_4)HS + S = (NH_4)_2S_2 + H_2S.$$

Fährt man mit der Lösung des Schwefels fort, so entsteht Ammoniumtersulfid.

An der Luft geht das Bisulfid in unterschwefligsaures Ammonium und das Tersulfid unter Abscheidung von Schwefel in dieses über:

$$(NH_4)_2S_2 + 3O = (NH_4)_2S_2O_3.$$
$$(NH_4)_2S_3 + 3O = (NH_4)_2S_2O_3 + S.$$

Das Verhalten der Abtrittsflüssigkeiten bezüglich der sich bildenden flüchtigen und stinkenden Körper. Wenn Fäcalmassen oder schwefel- und stickstoffhaltige organische Substanzen überhaupt in Fäulniss begriffen sind, so tritt bei hohem Gehalt an Harnstoff, also bei beträchtlicher Ammoniakbildung, zunächst Einfach-Schwefelammonium auf; der atmosphärische Sauerstoff bedingt aber sofort eine Zersetzung desselben und die Bildung von Mehrfach-Schwefelammonium ist die Folge hiervon. Dieses erzeugt in offenen Abtrittsgruben beim Zutritt der Luft und bei alkalischer Reaction unterschwefligsaures, schwefligsaures und schliesslich schwefelsaures Ammonium und zwar bei gleichzeitiger Schwefelausscheidung.

Wird durch einen Oxydationsprocess, wenn z. B. durch Zufluss von Küchen- und Spülwasser u. s. w. eine saure Gährung entsteht, eine saure Reaction hervorgerufen, so erzeugt sich Schwefelwasserstoffgas, wenn noch eine Verbindung von Schwefel und Ammonium vorhanden ist. Ist aber letztere schon in Folge des fortgeschrittenen Oxydationsprocesses verschwunden, so kann auch unmöglich H_2S auftreten. Die Zersetzung der schwefligsauren und unterschwefligsauren Salze, welche bei weiterer Oxydation eintritt, hat jedoch fast niemals eine Entwicklung von schwefliger Säure zur Folge, weil diese bei dem grossen Ueberschuss von organischen Ueberresten zurückgehalten wird (s. schweflige Säure). Werden jedoch derartig oxydirte Abtrittsflüssigkeiten mit einer starken Säure, z. B. bei der Poudrettefabrication, mit Schwefelsäure versetzt, so treten neben Butter-, Essig-, Metaceton-, Baldriansäure u. s. w. stets nicht unerhebliche Mengen von schwefliger Säure und Salzsäure auf, wenn keine Schwefelwasserstoffquelle, d. h. kein Schwefelmetall in der Masse sich findet. Im letztern Falle wird der Schwefelwasserstoff in Berührung mit schwefliger Säure neben Ausscheidung von Schwefel nur Wasser bilden. In Gruben, in welchen urinöse Flüssigkeiten und somit die Ammoniakbildung vorherrschen, kann nie Ammoniumsulfhydrat vorkommen, wie sich aus der obigen Erörterung ergibt, sondern es müssen sich die Polysulfide bilden.

Sämmtliche Schwefelverbindungen des Ammoniums sind flüchtig und constituiren ceteris paribus vorzugsweise die Atmosphäre in geschlossenen Abtrittsgruben. Sie sind auch brennbar, weshalb ihre Dämpfe, mit atmosphärischer Luft vermischt, explosiv sind. Das Einwerfen von glühenden Schwefelhölzchen in solche Gruben vermag daher Explosionen zu erzeugen, welche erfahrungsgemäss bedeutende Verbrennungen zur Folge haben können. —

Das Auftreten der weissen Dämpfe nach solchen Explosionen erklärt sich durch die Bildung von schwefliger Säure, die sich mit dem Ammoniak verbindet.

Ausser diesen Schwefelammonium-Dämpfen treten noch Kohlensäure, Sumpfgas, Stickstoff als Reste der des Sauerstoffs beraubten Atmosphäre neben Kohlenoxyd auf. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Vorkommen des Kohlenoxyds an die Spaltung der oxalsauren Salze resp. Oxalsäure, die in Fäcalmassen niemals fehlen, gebunden ist; seine Wirkung wird aber wegen der grossen Verdünnung verschwindend klein sein.

Hieraus geht hervor, dass die Cloakengase stets variabel sein müssen, je nachdem die Zersetzung der Excremente bei **alkalischer**, **neutraler** oder auch bei **saurer Reaction** stattfindet. Auch die Qualität der genossenen Nahrungsmittel bedingt das Auftreten verschiedener Gase; Fleischüberreste, Blut, Kleber, Eiweiss, Legumin, überhaupt die schwefel- und stickstoffhaltigen organischen Substanzen erzeugen, sich selbst überlassen, also der Fäulniss ausgesetzt, grosse Mengen von einfach und mehrfach geschwefeltem Ammonium. Der reichliche Genuss von Zwiebeln bringt, wenn die betreffenden Excremente faulen, Allylverbindungen resp. merkaptanähnliche Producte hervor, die ebenfalls flüchtiger Natur sind.

Werden Desinfectionsmittel angewendet, so bedingen dieselben nach ihrer verschiedenen Reaction ebenfalls eine Verschiedenheit der sich entbindenden Gase. Sauer reagirende Desinfectionsmittel, wie z. B. Eisen-, Zinkvitriol, Manganchlorür, Schwefelsäure, entbinden im Anfange enorme Quantitäten Schwefelwasserstoff neben den organischen Säuren resp. flüchtigen Fettsäuren, wie Butter-, Baldrian-, Capronsäure u. s. w., Kreosot, Theer, carbolsaures Natrium oder Calcium, Carbolsäure heben die Fäulniss auf und verdecken zugleich alle andern Gerüche.

Neutral oder alkalisch reagirende Desinfectionsmittel, z. B. mangan- oder übermangansaure Verbindungen, unterchlorigsaure, schwefligsaure Salze, Aetzkalk u. s. w., sind stets vorzuziehen und eignen sich am besten zum besagten Zweck, da sie theils ganz, theils in geringerm Grade die Fäulniss aufheben, die Riechstoffe binden oder zerstören und auch die düngende Kraft der Excremente durchaus nicht beeinträchtigen. In frisch gebauten Abtritten, welche noch viel unzersetzten, aus dem Mörtel herrührenden Kalk enthalten, entwickelt sich bekanntlich nur Ammoniak.

Die chromsauren Salze, welche zu dieser Gruppe gehören, würden ebenfalls mit Vortheil anzuwenden sein, wenn der Preis nicht dagegen spräche. Am besten würde sich das Calciumchromat als das billigste chromsaure Salz, namentlich zur Desinfection von Nachtgeschirren u. s. w., eignen. Es ist ganz unlöslich und bildet schliesslich Chromoxyd, welches sich den Pflanzen gegenüber indifferent verhält. Am allerwenigsten eignen sich freie Mineralsäuren zur Desinfection, weil sie die Entwicklung von H_2S und flüchtigen organischen Säuren im höchsten Grade bedingen. Ausserdem greifen sie die Fassungsmauern der Abtrittsgruben an und veranlassen auf diese Weise ein Durchsickern der putriden Massen.

Soll eine geschlossene Abtrittsgrube behufs Reinigung befahren werden, so ist die grösste Vorsicht hierbei anzuwenden und vorher eine gründliche Ventilation oder zweckmässige Desinfection zu bewerkstelligen; Unvorsichtigkeit hierbei wird leider noch oft mit plötzlichem Tode bestraft.

Stadtcanäle, welche bloss Küchenwasser und den Inhalt der Strassenrinnen aufnehmen, belästigen ganz besonders durch die Exhalation von flüchtigen Fettsäuren, zu deren Entwicklung namentlich das Seifenwasser beiträgt. Aus den mannigfachen Küchenwässern können sich auch die stinkenden organischen Basen, wie Propyl-, Methyl-, Aethyl- und Butylamin u. s. w. bilden. Wo der Abtrittsinhalt noch zufliesst, sind es ausser den flüchtigen Schwefelverbindungen vorzüglich Butter- und Baldriansäure, welche die Luft in den Strassen verderben. Ist der Canalinhalt dabei bedeutenden Stauungen ausgesetzt, fehlt alle Wasserbespülung, so treten stets mehr oder weniger die Verhältnisse der geschlossenen Abtrittsgruben ein, weshalb man solche Canäle mit Recht als Ablagerungscanäle bezeichnet hat.

Einwirkung der Fäulniss- resp. Cloakengase auf den thierischen Organismus. In dem variablen Gemisch der Fäulniss- und Cloakengase sind es stets die Schwefelverbindungen von Ammonium, die Kohlensäure und der Stickstoff, welche die gefährlichen Folgen bedingen.

Bilden diese Gase die Atmosphäre der Abtrittsgruben oder Cloaken, so ist ein asphyktischer Zustand resp. der Tod die unausbleibliche Folge für Alle, welche sich plötzlich in diese Räume begeben, da schon der Mangel an Sauerstoff den Respirationsprocess gefährdet; dazu kommt dann noch die bekannte reducirende, den Sauerstoff des Blutes in Beschlag nehmende Wirkung von Schwefelammonium, durch welches im Vereine mit den übrigen Gasen das Obductionsresultat sich verschieden von einer eigentlichen Erstickung gestaltet; ganz besonders zeichnet sich bei einer letalen Vergiftung durch Schwefelammonium resp. Cloakengase das Blut durch seine dunkelbraunrothe, fast dintenartige und flüssige Beschaffenheit aus. Letzterer entsprechend bekommen daher auch die grössern Organe eine mehr dunkle Farbe, und besonders auffallend ist die graugrünliche oder schmutzig-graue Farbe der Rindensubstanz des Gehirns, welche der durch Fäulniss hervorgerufenen nur ähnlich ist, da der übrige Befund in der Mehrzahl der Fälle noch keine oder geringe Fäulnisserscheinungen darbietet, auch namentlich alle übrigen Organe mehr oder weniger an dieser dunklern Färbung participiren. So ist die Farbe der Lungen mehr dunkelgrau, dunkelbraunroth oder blauroth mit schwarzer, bisweilen durch einige röthere Stellen unterbrochener Marmorirung, wobei die Schleimhaut der Bronchien und der Trachea stets eine dunkle Injectionsröthe darbietet. Auch die Leber hat häufig eine schwarzbraune, fast schwärzliche Farbe, während die Herzmuskulatur bläulichroth erscheint.

Wegen des variablen Gemisches dieser Gase wird aber das Obductionsresultat natürlich mannigfache Modificationen darbieten; besonders wird die schwärzliche Farbe des Blutes um so entschiedener sich ausbilden, je mehr die Kohlensäure im Gasgemische vorgewaltet hat.

Da sich bekanntlich Eisen mit Schwefelammonium in alkalischer Flüssigkeit leicht verbindet, so dürfte die Frage entstehen, ob bei dieser Farbenveränderung nicht das Eisen im Blut betheiligt sei; die bezüglichen Untersuchungen sprechen jedoch nicht für diese Auffassung. Dagegen wird sich bei der Einwirkung der Dämpfe von Schwefelammonium auf das Blut leicht Schwefel ausscheiden können, was beim Schwefelwasserstoff nicht möglich ist. Dieser chemische Vorgang dürfte für die Annahme, dass grade bei der Schwefelammonium-Vergiftung der ausgeschiedene Schwefel Embolien in den Capil-

laren des Gehirns zu erzeugen und dadurch ganz bedeutende Functionsstörungen hervorzurufen vermöge, einen Anhaltspunkt liefern. Es würde dadurch auch erklärlich, dass letale Apoplexien noch nachträglich bei der Schwefelammonium-Vergiftung eintreten können.[69])

Auch die Lähmung einzelner Glieder, der Sinnesorgane, namentlich der Stimm- und Sprachorgane, und selbst Geistesstörungen, welche als Nachkrankheiten dieser Vergiftungen auftreten, können mit Störungen innerhalb der cerebralen Gefässe in Connex stehen. Es liegt hier ein grosses und interessantes Forschungsgebot noch offen.

Wirkt Schwefelammonium mehr in verdünntem Zustande ein, so geben sich erfahrungsgemäss neben einem Steifigkeitsgefühl in allen Gliedern und Frostschauer vielfache Digestionsstörungen kund und zwar Uebelkeit, Erbrechen, grosse Anorexie, Kolik und Diarrhoe. Die Erscheinungen treten meistens innerhalb der ersten 24 Stunden nach geschehener Einwirkung ein, können 8—14 Tage anhalten und verschwinden höchst wahrscheinlich gleichzeitig mit der Ausscheidung von Schwefelwasserstoff, der sich wohl sicher nach der Inhalation von Mehrfach-Schwefelammonium innerhalb der Blutbahn entwickelt. Es ist auch eine thatsächliche Erfahrung, dass verunglückte, aber in's Leben zurückgerufene Cloakenfeger bis zur vollständigen Genesung stets eine höchst unangenehme, nach Schwefelwasserstoff riechende Ausdünstung wahrnehmen lassen.

Concentrirtere Gase rufen häufig bei Cloakenfegern heftige Kopfschmerzen hervor, welche leicht in Delirien übergehen, und zwar häufiger als dies bei der Einwirkung von blossem Schwefelwasserstoff der Fall ist. Bei starker Concentration der Gase folgen Asphyxie, tetanische Krämpfe und der Tod rasch aufeinander, wenn die betreffenden Individuen nicht sofort der giftigen Atmosphäre entzogen werden. Es fällt dann der symptomatische Unterschied von einer Vergiftung durch Schwefelwasserstoff fort, da sich die plötzliche und intensive Einwirkung der Cloakengase im nämlichen Grade kundgibt.

Häufig wird die Vergiftung durch Schwefelwasserstoff mit der durch Schwefelammonium identificirt, wodurch bisher manche Missverständnisse hervorgerufen worden sind. Die äussere Aehnlichkeit berechtigt nicht dazu, auch den innern Vorgang bei beiden Vergiftungen für gleichartig zu halten; die oben angedeuteten Verschiedenheiten können aber hier nicht weiter verfolgt werden, da die betreffenden Untersuchungen zu weit in das Gebiet der Physiologie und Pathologie führen würden.

In sanitärer Beziehung müssen hauptsächlich die schleichenden, häufig verkannten und noch nicht genug gewürdigten Wirkungen von Schwefelammonium auf den menschlichen Organismus wiederholt hervorgehoben werden.[70])

Was die Wiederbelebung der durch Abtrittsgase asphyktisch gewordenen Menschen betrifft, so haben sich für den ersten Moment die kalten Begiessungen am besten bewährt, mit welchen man kräftige Frictionen des ganzen Körpers verbindet. Reicht dieses Verfahren zur Anregung der Respiration nicht aus, so zögere man keinen Augenblick mit der Einleitung der künstlichen Athmung, die besonders für Verunglückte, bei denen man noch Herzpalpitationen wahrnimmt, einen günstigen Erfolg verspricht. Auch Tabakrauchklystiere sind empfohlen worden, weil sie häufig Erbrechen hervorrufen und dadurch anregend und umstimmend einwirken sollen. Die weitere Behandlung muss sich nach dem individuellen Falle richten.

Die nachtheilige Einwirkung von Schwefelammonium auf die Pflanzen ist unzweifelhaft; es ist hier die Causticität des Schwefelammoniums resp. des freien Ammoniaks als Zersetzungsproduct desselben, welche die schädliche Einwirkung verursacht. Die Blätter schrumpfen zuerst zusammen, verdorren dann und die noch vorhandenen grünen Triebe büssen ihre Farbe ein, wobei sämmtliches Chlorophyll zerstört wird; es tritt dann die sogenannte Bleichsucht der Pflanzen ein.

Schwefelammonium in der Industrie.

In der **Industrie** kommt bei der Bereitung des künstlichen Zinnobers auf nassem Wege nach der Liebig'schen Methode mehrfach geschwefeltes Schwefelammonium in Anwendung und wird zu dem Ende durch Destillation eines Gemisches von Chlorammonium mit Schwefelkalium oder Schwefelnatrium bereitet. Das Destillat wird mit weissem Präcipitat zusammengebracht und längere Zeit digerirt, worauf sich Zinnober bildet. Bei der Destillation und Digestion entstehen schwefelammoniumhaltige Dämpfe, die bei geringerer Production in einen Schlot, bei grösserer aber unter den Rost einer Feuerung zu leiten sind und zwar im letztern Falle unter Beobachtung der erforderlichen Vorsichtsmassregeln.

In neuerer Zeit scheinen die Schwefelammoniumverbindungen eine grössere technische Bedeutung zu erhalten, indem sie nicht nur in grosser Menge in den Laboratorien als Reagentien verwendet werden, sondern auch zur Trennung edler Metalle, z. B. des Silbers von Gold, sowie zur Darstellung von Schwefelcyanverbindungen, eine weit ausgedehnte Anwendung finden.

P. Spence [71]) theilt ein Verfahren mit, um Mehrfach-Schwefelammonium in der geeigneten Concentration zu erhalten. Er destillirt ein Gemisch von Ammoniumsulfat oder Chlorammonium mit der zweifachen Gewichtsmenge von Sodarückständen oder Gaskalk mittels eines eingeblasenen Wasserdampfstrahls. Die sich entwickelnden Dämpfe, welche die verschiedenen Schwefelungsstufen des Ammoniums enthalten, müssen kühl gehaltene Condensationsapparate passiren.

Das Destillat besteht aus reinem Schwefelammonium; es ist durchaus erforderlich, dass die Destillations- resp. Condensationsröhren sorgfältig überwacht werden, da das Schwefelammonium viel flüchtiger als das Wasser ist und im Beginn der Operation in solcher Menge und mit solcher Heftigkeit übergeht, dass es sich wasserfrei in starrer Form condensirt.

Spence macht noch besonders darauf aufmerksam, dass sich aus letzterer Ursache die Condensationsröhren verstopfen können, wodurch grosse Gefahr für die Arbeiter entsteht. Ihm selbst ist der Fall vorgekommen, dass der mit dem Oeffnen der verstopften Condensationsröhren beauftragte Arbeiter durch das in Masse sich entwickelnde Schwefelammoniumgas und das Verdunsten des flüssigen Schwefelammoniums in Asphyxie mit Starre verfiel. Nach Uebergiessungen mit kaltem Wasser über den Kopf traten heftige Krämpfe ein, welche $1^1/_2$ Stunde anhielten, wonach allmählig Erholung folgte; am andern Morgen war der Betroffene wieder arbeitsfähig.

Bei der Darstellung ist somit wohl darauf zu achten: 1) dass die Condensationsröhren hinreichend weit sind, 2) dass die Destillation sehr langsam vor sich geht, und 3) dass der Condensationsapparat mit einem Gassammelkasten

versehen ist, welcher unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln die Leitung der Gase in die Feuerung zulässt. Der Betrieb dieser Fabrication dürfte in Städten kaum statthaft sein.

Sticktoff und Sauerstoff.

1) **Stickoxydul**, Lustgas, N_2O. Man stellt es durch Erhitzen von salpetersaurem Ammonium dar.

$$(NH_4)NO_3 = 2H_2O + N_2O.$$

Die Entwicklung des Gases beginnt bei 170°, eine Temperatur, welche genau zu beobachten ist, um Ueberhitzung und Zersetzung des Gases, namentlich das Auftreten von Stickoxyd zu verhüten.

Um das Gas von seiner Verunreinigung mit Chlor und Untersalpetersäure zu reinigen, leitet man es durch Kalilauge oder Kalkwasser. Es muss farblos sein und einen eigenthümlichen süsslichen Geruch und Geschmack haben: es ist schwerer als atmosphärische Luft und bei einem Druck von 50 Atmosphären bei 0°C condensirbar. Wasser, namentlich kaltes, löst es ziemlich leicht: Kohle, Schwefel, Phospor, Magnesium verbrennen, angezündet, in ihm wie in reinem Sauerstoff: mit Wasserstoff gemengt explodirt es beim Anzünden wie Knallgas. Im Handel kommt auch comprimirtes Gas vor.

Einwirkung des Stickoxyduls auf den thierischen Organismus. Stickstoffoxydul ist schon 1776 von Pristley entdeckt, aber erst 1809 von Humphry Davy in seiner „rauscherzeugenden Eigenschaft" geschildert worden.[72]) Es erhielt den Namen „Lachgas" (Laughing gas), aber erst 40 Jahre später (1844) wurde es von dem Zahnarzt Horace Wels in Boston zum Inhaliren in die Zahnpraxis eingeführt.[73])

Die Empfindungen während des Schlafes sind jedoch nicht immer angenehmer Art; manche Personen können auch mit Luft vermischtes Stickoxydul (1:4) in grosser Menge einathmen, ohne irgend eine andere Wirkung als Klingen in den Ohren oder ein Gefühl von Ausdehnung des Kopfes wahrzunehmen, während das unvermischte Gas eine grosse Spannung in den Gefässen, nach eigener Erfahrung ein höchst beunruhigendes Pulsiren im Gehirn, als ob bei jedem Pulsschlage ein schwerer Hammer niederfiele, erzeugt, ohne dass Empfindungs- oder Bewusstlosigkeit eintritt.

Davy war der Ansicht, dass Stickoxydul für längere Zeit den atmosphärischen Sauerstoff vertreten und für sich die Athmung unterhalten könne, jedoch mit der Nebenwirkung des Rausches und der Gefühllosigkeit. Jedenfalls ging Davy in dieser Auffassung zu weit, da er selbst die Erfahrung gemacht hatte, dass Thiere in einer Stickoxydul-Atmosphäre zu Grunde gehen.

1. Versuch. Nachdem ein mässig grosses Kaninchen gegen 6 Uhr Abends in eine Stickoxydul-Atmosphäre gebracht worden, schreit es nach 3 Min. heftig auf, taumelt und schwankt, wobei die Inspirationen an Frequenz so zunehmen, dass sie nach 25 Min. auf 45 binnen 1/4 M. steigen. Herausgenommen bewegt es sich nach 3 Stunden freier: am andern Morgen wurde es in Starre gefunden. Aus den Nasenlöchern war viel weisser Schaum ausgeflossen.

Bei der Section fand sich die Pia mater namentlich an der Basis cranii sehr hyperämisch: in der Nähe der med. obl. eine Lage dünnflüssigen Bluts zwischen Wirbel und dura mater. Die Ränder der dunkel- und hellbraun marmorirten Lungen emphysematös: beim Einschneiden des an dunkelbrothem Blut reichen Parenchyms tritt überall ein weisser Schaum hervor, welcher die feinsten Bronchien bis zur Trachea und zum Larynx ausfüllt. In den kleinern Venenästen geronnenes Blut: flüssiges Blut fliesst nirgends aus: das Herz ist in allen Höhlen mit geronnenem Blute angefüllt, während sich in der Brusthöhle ein Theelöffel voll blutigen Serums findet. Aus der vena cava inf. fliesst ein wenig flüssiges und schwarzrothes Blut aus, welches sich an der Luft lebhaft röthet: aus den grösseren Venen des Unterleibs lässt sich das geronnene Blut in langen Fäden herausziehen. Alles Muskelfleisch ist von blassrother Farbe.

2. Versuch. Bei einer auf gleiche Weise umgekommenen Taube war besonders die Umgebung der med. obl. hyperämisch. Aus den Durchschnitten der Lungen fliesst

flüssiges Blut; die Schleimhaut der Bronchien ist bis zum Larynx mit einer dünnen Lage flüssigen Blutes bedeckt. Im rechten Vorhof des Herzens viel geronnenes Blut; das flüssige Blut, welches sich besonders in der Leber fand, röthete sich an der Luft ziemlich lebhaft.

Dass sich Stickstoffoxydul in Bezug auf die respiratorischen Functionen ganz wie ein indifferentes Gas verhalten soll, wie Hermann annimmt,[74]) geht aus den obigen Versuchen nicht hervor; schon das geronnene Blut, welches in den Leichen der Thiere ganz entschieden vorwaltet, spricht nicht sehr für die Einwirkung eines indifferenten Gases. Wird frisches, defibrinirtes venöses Ochsenblut mit Stickoxydul geschüttelt, so erscheint namentlich der Schaum, welcher sich beim Eindringen des Gases bildet, hellkirschroth; venöses Blut absorbirt mehr davon als arterielles; bringt man in eine mit Stickoxydul angefüllte und mittels Quecksilbers gesperrte Röhre venöses Blut, so nimmt es zuerst eine hellrothe Farbe an, welche allmählig schwindet und der Farbe des venösen Blutes wieder Platz macht. Aus der Gesammtwirkung des Gases auf den thierischen Organismus gehen seine charakteristischen Eigenschaften klar hervor; dabei zeichnet sich N_2O durch eine feste Constitution aus und gibt im Gegensatz zu andern niederen Oxydationsstufen seinen Sauerstoff nur schwer ab. Im verdünnten Zustande wirkt es bekanntlich bei vielen Individuen mehr auf die psychischen Functionen, während concentrirtere Mengen die Respirations- und Circulationsapparate beeinflussen, weshalb Personen mit Affectionen des Herzens die Inhalationen dieses Gases ganz vermeiden sollten.[75])

Vorkommen des Stickoxyduls in der Industrie. Wenn Stickoxyd mittels eines schwefligsauren Alkalis oder eines Gemenges von Eisenfeile und Wasser reducirt wird, tritt Stickoxydul auf. In den Bleikammern der Schwefelsäure-Fabriken kann es bei einem unrichtig geleiteten Processe entstehen; wird Zink in sehr verdünnter Salpetersäure aufgelöst oder Alkohol durch Salpetersäure langsam in Aether verwandelt, z. B. bei der Bereitung von Spirt. nitr. dulc. oder des Knallquecksilbers, so entwickelt sich ebenfalls N_2O. Bei keinem dieser Vorgänge in der Industrie hat man bisher nachtheilige Folgen beobachtet.

2) **Stickstoffoxyd** NO entsteht durch Einwirkung von Kupfer auf Salpetersäure:

$$8\,HNO_3 + 3\,Cu = 3\,Cu\,(NO_3)_2 + 2\,NO + 4\,H_2O.$$

Der aus der Salpetersäure frei werdende Wasserstoff wirkt auf einen andern Theil der Salpetersäure reducirend ein.

Ein farbloses, permanentes, in Wasser wenig lösliches Gas, das an der Luft sofort die gelbrothen Dämpfe der Untersalpetersäure bildet. Der angezündete Phosphor und die weissglühende Kohle brennen in ihm fort, nicht aber der angezündete Schwefel.

Von einer Wirkung des Stickstoffoxyds auf den thierischen Organismus kann keine Rede sein, weil es sich in sauerstoffhaltigen Medien (Luft, Wasser, sauerstoffhaltigem Blute) sogleich in Untersalpetersäure verwandelt und überall als solche wirkt. Wird das entleerte venöse Blut mit Stickoxyd behandelt, so bleibt es hellroth, so lange die atmosphärische Luft abgeschlossen bleibt und die Umwandlung von Stickoxyd in Untersalpetersäure noch nicht eingetreten ist; im letztern Falle wird es graubraun und später cacaobraun, ohne seine flüssige Beschaffenheit zu verlieren. Erst später setzt es ein dunkelbraunes Coagulum ab. Bei der Einwirkung des Stickoxyds auf das Blut wird somit der Hergang ein derartiger sein, dass sich der Sauerstoff des Blutes auf das Stickoxyd wirft und damit Untersalpetersäure bildet, welche alsdann secundär auf die Blutbestandtheile zerstörend einwirkt.

Schon Davy kannte die höchst gefährliche Wirkung des Stickoxyds und warnt deshalb bei der Inhalation des Stickoxyduls ganz besonders vor der gefährlichen Beimischung von Stickoxyd.

Von einem Verdrängen des Sauerstoffs aus dem Blute durch Stickoxyd kann aber keine Rede sein, wenn man überhaupt das Verhalten des Stickoxyds in einem sauerstoffhaltigen Medium berücksichtigt; früher wurde Stickoxyd zur Bestimmung des Sauerstoffs in Gasgemischen verwendet.

In der **Industrie** ist Stickoxyd bei der Darstellung von Schwefelsäure von grosser Wichtigkeit. Es kommt überall vor, wo die Salpetersäure als Oxydationsmittel resp. als sog. Beizmittel für Metalle gebraucht wird. Da es das grösste Bestreben hat, sich

mit Sauerstoff zu verbinden, so ist es als Schutzmittel bei der Aufbewahrung organischer Substanzen, namentlich von Fleisch u. s. w., vorgeschlagen worden. Wegen seiner Umwandlung in Untersalpetersäure ist diese Methode jedoch nicht anzurathen, weil dadurch die organischen Substanzen einer Veränderung unterliegen und als Nahrungsmittel unbrauchbar werden.

3) **Salpetrige Säure** HNO_2 findet sich in der Natur nur in der Form von salpetrigsauren Salzen (Nitrite), die als Fäulnissproducte im Dünger und als Oxydationsproducte putrider Stoffe im Trinkwasser vorkommen. Nach Gewittern lässt sich die Säure an Ammonium gebunden im Regenwasser nachweisen.

In wässriger Lösung erhält man sie durch Einwirkung von Arsenigsäureanhydrid auf Salpetersäure:

$$As_2O_3 + 2HNO_3 + 3H_2O = 2H_3AsO_4 + 2HNO_2.$$

Bei Erhitzung organischer Substanzen mittels Salpetersäure entsteht sie ausser andern Oxydationsproducten des Stickstoffs, z. B. Untersalpetersäure, neben Cyanwasserstoff (s. Oxalsäure). Die wässrige Lösung zerfällt bei gelindem Erwärmen in Salpetersäure, Wasser und Stickoxyd:

$$3HNO_2 = HNO_3 + H_2O + 2NO.$$

Das Salpetrigsäureanhydrid N_2O_3, eine tiefblaue, schon bei 0° siedende Flüssigkeit, entsteht durch Zersetzen der flüssigen Untersalpetersäure mittels Wassers bei sehr niederer Temperatur:

$$4NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + N_2O_3.$$

Einwirkung der salpetrigen Säure auf den thierischen Organismus. Für die Versuche wurde die Säure durch Erwärmung von 1 Th. Stärkemehl mit 8 Th. Salpetersäure von 1,25 spec. Gew. bereitet. Die sich entwickelnden Dämpfe wurden durch ein wenig Wasser geleitet, um die etwa gebildete Blausäure und die Untersalpetersäure zurückzuhalten. Bei einer Taube entstanden beim Eindringen der orangerothen Dämpfe in die Glasglocke sogleich grosse Unruhe und die höchste Athemnoth unter allgemeinen Convulsionen, welche schon nach 1 Minute den Tod herbeiführten. Section nach 12 Stunden. Die weissen Federn gelb gefärbt, Leichenstarre praegnant, Cornea opalisirt, Pupille contrahirt; Pia mater stark injicirt, die Plex. venos. spinal. mit geronnenem Blute angefüllt. Lungen von schwärzlich-graubrauner Farbe, an den Rändern mehr cacaofarbig; im Lungenparenchym einzelne feste Partien, welche im Wasser untersanken; auf der Durchschnittsfläche tritt etwas schmutzig-grauer Schaum hervor; auf der Trachealschleimhaut einzelne schmutzig-braune Injectionen. In den Herzhöhlen und grössern Venen geronnenes Blut; Leber von hellrother Farbe, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges, braunrothes Blut, welches an der Luft dunkelroth wird. Blutkügelchen meistens ohne deutliche Contouren und ungleich; einige sind zu einer granulösen Masse aufgelöst.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen wurde in dieselbe Glocke, welche noch mit gelblichen Dämpfen angefüllt war, gebracht. Sogleich grosse Unruhe, Putzen der Nase, Thränen der Augen; mit jedem Athemzuge treten Dämpfe von Salpetersäure aus dem Maule. Nach 1 Minute angestrengte Respiration, nach 4 Min. 12 Inspirationen binnen ¼ Min.; Hornhaut opalisirt. Herausnahme nach 5 Minuten. Beschleunigter Herzschlag, Rhonchus sonorus mit schwachem Schleimrasseln in den Bronchien. Nach 1 Min. 14 Inspirationen; Lackmuspapier, auf die Zunge gedrückt, röthet sich; nach 7 Min. 32 Inspirationen bei freier Bewegung, nach 16 Min. heftige Convulsionen, welche in Tetanus übergehen, wobei sehr viel gelblicher Schaum aus dem Munde stürzt; nach 17 Min. einzelne unregelmässige Inspirationen; nach 18 Min. Tod.

Section nach 12 Stunden. In der Mitte der Hornhaut ein weisser Fleck, Gliederstarre deutlich. Sehr starke Hyperämie der Hirnhäute; ein linsengrosses Blutextravasat an der hintern untern Fläche der beiden Hemisphären; die Plexus ven. spinal. ziemlich stark angefüllt, wenig flüssiges Blut zwischen Wirbel und Dura mater. Lungen von schwärzlich rothbrauner Farbe mit einzelnen hellrothen Flecken, an den Rändern partielles Emphysem; das Parenchym schwarzbraunroth und hellroth marmorirt, einzelne Stellen sinken bei der Schwimmprobe unter den Wasserspiegel. Auf den Durchschnittsflächen viel röthlicher, die Bronchien, die Trachea und sogar den Larynx ausfüllender Schaum; Trachealschleimhaut intensiv rothbraun. In beiden Herzhöhlen schwarzes geronnenes Blut; das flüssige Blut ist braunroth und röthet sich kaum an der Luft. Blutkügelchen unverändert. Leber reich an flüssigem braunrothem Blute; Nieren sehr blutreich; Urinblase leer.

Unter den verschiedenen Stickstoffsäuren wirkt die salpetrige Säure am nachtheiligsten auf die Respirationsorgane ein, was man in der Technik noch nicht genug gewürdigt hat; es wird in dieser Beziehung noch stets die Gesund-

heit der Arbeiter viel zu wenig beachtet. Glücklicherweise sind die Räume, in welchen die salpetrige Säure dargestellt wird oder ihre unbeabsichtigte Entwicklung stattfindet, gewöhnlich von grossen Dimensionen, so dass die betreffenden Dämpfe sehr verdünnt werden. Die Experimente liefern den Beweis, wie höchst reizend die Dämpfe in concentrirter Form auf die Respirationsorgane einwirken; mit ihrer Eigenschaft als Säure hängen die partiellen Verdichtungen im Lungenparenchym, die Coagulation eiweisshaltiger Gebilde und des Blutes sowie die Opalisirung der Hornhaut zusammen.

Ueberall, wo salpetrige Säure auf organische Substanzen einwirkt, bildet sich rasch Salpetersäure; durch diese grosse Begierde, überall den Sauerstoff weg zu nehmen, wirkt die salpetrige Säure um so nachtheiliger auf den Respirationsprocess ein, als es grade die Athmungswege sind, auf welchen bei der Inhalation der Dämpfe dieser Oxydationsprocess so rasch vor sich geht, dass schon die Exspirationsluft Salpetersäure enthält; die Wirkung der salpetrigen Säure ist deshalb viel gefährlicher als die der Salpetersäure, wenn letztere in Dampfform inhalirt wird. Wirken die Dämpfe nicht sofort tödtlich ein, so kann in Folge der sehr reichlichen Absonderung von schleimiger Flüssigkeit in die Lungenzellchen und Respirationswege der Tod durch Erstickung erfolgen.

Das bei der Section des Kaninchens vorgefundene Lungenemphysem spricht für die grosse Dyspnœ, welche sogleich bei der Einwirkung der Dämpfe auftrat und sich alsbald mit Schleimrasseln in den Bronchien verband, bis der Tod unter Convulsionen und Hervorstürzen einer Masse gelblichen Schaums aus Nase und Maul erfolgte.

Salpetrige Säure in der Industrie.

Bei der Darstellung der Oxalsäure durch Oxydation organischer Körper mittels Salpetersäure entwickelt sich sehr viel salpetrige Säure; man gebraucht dazu vorzüglich Melasse, Stärke, Holzfaser u. s. w.; gleichzeitig entwickelt sich fast immer Cyanwasserstoff, wozu die Salpetersäure den Stickstoff liefert. Diese Fabrication ist nur dann practisch, wenn die gebildete salpetrige Säure noch zu andern technischen Zwecken, namentlich zur Darstellung der Schwefelsäure, benutzt wird; hierdurch würde auch gleichzeitig der schädlichen Einwirkung der salpetrigen Säure auf die Arbeiter am besten vorgebeugt werden.

Um Oele, z. B. Ol. olivarum, Ricini, überhaupt Olein, zu erhärten, leitet man Dämpfe von salpetriger Säure in diese ein; die Säure wird durch Behandeln mit siedendem Wasser weggeschafft und, um die ganze rohe Masse zu reinigen, mit einem Alkali saponificirt.

Die Unterlauge enthält neben der an das Alkali gebundenen Salpetersäure und salpetrigen Säure alle Farbstoffe; die davon getrennte Seife wird in warmem Wasser aufgelöst und mit einer Mineralsäure zersetzt. Das oben schwimmende Fett, welches unter +40 bis 50° erstarrt, wird als Kerzenmaterial benutzt.

Die letzten sauren Waschwässer sind salpetersäurehaltig und können bei Anwendung von thierischen Fetten auch noch sonstige stickstoffhaltige Substanzen gelöst enthalten; sie müssen daher mit Kalk neutralisirt und als Dungmittel benutzt werden.

Diese Methode, nicht nur die flüssigen Oele, sondern auch alle andern, nicht weiter zu verwerthenden flüssigen oder ölartigen Fette zu erhärten und als Kerzen-

material zu verwenden, ist wegen des hohen Preises des Fettes und Talges in der neusten Zeit immer allgemeiner geworden. Sie verdient in sanitärer Beziehung die grösste Beachtung, da sie neben den andern Oxyden des Stickstoffs zuweilen eine sehr reichliche Entwicklung von Blausäure veranlassen kann, durch deren Einwirkung die Arbeiter nicht selten betäubt hinstürzen.

Um solche Gefahren zu verhüten, müssen Rührer in den Mischgefässen angebracht und letztere mit einem Helm oder Deckel verschlossen werden, der mit einem Abzugsrohr versehen ist, um die entweichenden Stickstoffsäuren und die Blausäure in einen geschlossenen Raum über Hürden zu leiten, auf welchen Kalk und Eisenvitriol ausgebreitet sind. Es bildet sich alsdann auf Kosten der Blausäure so viel Ferrocyancalcium, dass dieses zu Berlinerblau verarbeitet werden kann, ein Beweis, wie ausserordentlich nothwendig diese Vorsichtsmassregeln sind. Die Oxyde des Stickstoffs werden hierbei absorbirt, während sich zunächst Cyancalcium bildet, das sich mit dem Eisenoxyd dann schliesslich zu Ferrocyancalcium verbindet.

Bisweilen gebraucht man statt der salpetrigsauren Dämpfe eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, welches bekanntlich freie salpetrige Säure enthält. In diesem Falle sind die Waschwässer wegen ihres Gehaltes an Quecksilbersalzen sehr beachtungswerth und dürfen deshalb nie frei abgelassen werden; ehe dies geschehen darf, müssen die Salze auf die geeignete Weise niedergeschlagen werden, wenn man die betreffenden Waschwässer nicht noch zu andern Zwecken benutzen will.

Diese Erhärtungsmethode findet auch in der Kosmetik, z. B. bei der Darstellung von Pomaden, Anwendung; in diesen ist der Quecksilbergehalt nicht ausgeschlossen, wenn das Auswaschen nicht mit der gehörigen Sorgfalt geschieht.

Bei der Darstellung von flüssigem Leim mittels Salpetersäure treten ausser einer grossen Menge von salpetriger Säure noch Blausäure, Benzoesäure und andere saure Oxydationsproducte auf. Hier ist eine Condensation der Dämpfe nicht möglich, weil sie sehr verdünnt und nur stossweise auftreten; jedenfalls ist aber ein gut ziehender und sehr hoher Kamin erforderlich, um die Dämpfe in die höhern Luftschichten zu führen und dadurch unschädlich zu machen, wenn die Darstellung im Grossen geschieht.

Zur Darstellung von arsenigsaurem Kalium, das in der Färberei als Fressbeize und Befestigungsmasse benutzt wird, erhitzt man Salpeter mit arseniger Säure in den entsprechenden Mengen, wobei viel Salpetrigsäureanhydrid entweicht, das sorgfältig abzuleiten resp. unschädlich zu machen ist:

$$As_2O_3 + 2KNO_3 = N_2O_3 + 2KAsO_3.$$

4) **Untersalpetersäure** NO_2 erhält man durch Destillation von salpetersaurem Blei in einer schwer schmelzbaren Glasretorte, welches hierbei in Bleioxyd, Sauerstoff und Untersalpetersäure zerfällt:

$$Pb(NO_3)_2 = PbO + 2NO_2 + O.$$

Eine gelbe, bei 20° siedende Flüssigkeit von dem spec. Gew. 1,45. Je höher sie erwärmt wird, desto intensivere rothgelbe Dämpfe entwickelt sie; bei −20° geht sie in farblose, bei 12° schmelzende Krystalle über. Untersalpetersäure tritt überall auf, wo sich Stickoxyd entwickelt und mit einem Ueberschuss von atmosphärischer Luft zusammenkommt.

Sie ist keine Säure, da sie keinen vertretbaren Wasserstoff hat: durch Basen, wie Kali und Natron, wird sie in salpetrigsaure und salpetersaure Salze (in Nitrite und Nitrate) zerlegt:

$$2NO_2 + 2KHO = KNO_2 + KNO_3 + H_2O.$$

Da sie in organischen Körpern häufig an die Stelle des Wasserstoffs tritt, so muss man sie in diesem Falle als eine eigenthümliche Oxydationsstufe des Stickstoffs betrachten. Man nennt diesen für die gegenwärtige Industrie bedeutungsvollen Vorgang Nitriren; so ist z. B. nitrirtes Benzol Nitrobenzol, nitrirter Holzfaserstoff die Schiessbaumwolle (Nitrolignit, Pyrolignit). Beim Nitriren bildet sich die Untersalpetersäure dadurch, dass die Salpetersäure durch den Wasserstoff der organischen Substanz unter Bildung von Wasser zu Untersalpetersäure reducirt wird:

$$HNO_3 + H = NO_2 + H_2O.$$

Dieses Austreten von H und das Ersetzen desselben durch NO_2 kann bei einer und derselben Substanz in verschiedenen Verhältnissen stattfinden. So können 1, 2, 3 Atome H durch 1, 2 und 3 Atome NO_2 vertreten werden; die Verbindungen sind alsdann mono-, bi- und trinitrirt.

Die Bildung von Wasser beim Nitriren ruft gewöhnlich eine weitere Zersetzung hervor; um diese aufzuhalten, muss das gebildete Wasser gebunden werden, weshalb man concentrirte Schwefelsäure zum Gemisch gibt. Noch vortheilhafter ist es, schon vor der Einwirkung die Salpetersäure mit concentrirter Schwefelsäure zu vermischen.

Da auch die stärkste Salpetersäure noch stets Wasser enthält und man so viel als möglich beim Nitriren die Gegenwart von Wasser ausschliessen muss, so ist es leicht erklärlich, warum man in manchen Fällen eine Mischung von trocknem Kalisalpeter mit concentrirter Schwefelsäure mit Vortheil beim Nitriren benutzt hat.

Einwirkung der Dämpfe von Untersalpetersäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube in der Glasglocke wird sogleich beim Eintritt der Dämpfe, die aus Bleinitrat dargestellt waren, unruhig, blinzelt mit den Augen, reibt dieselben über die Federn und hockt zusammen. Nach 2 M. angestrengte Respiration, die Nasenlöcher sind feucht und nach 5 M. Schleimfluss aus denselben; nach 9 M. häufiges Aufsperren des Schnabels. Nach 10 M. Herausnahme. Lackmuspapier, auf die Zunge gedrückt, röthet sich lebhaft; die Taube schwankt und fällt nach 2 M. hin, richtet sich aber wieder auf. Nach 4 M. tonische und klonische Krämpfe; nach 5 M. Tod unter krampfhaften Inspirationen. 250 C.-C. Dämpfe wurden verbraucht, welche ungefähr 2% des Glockeninhalts entsprachen.

Section nach 20 M. Schädelknochen und die Hirnhäute hyperämisch; Plex. venos. spin. blutreich; Lungen dunkelbraunroth, härtlich anzufühlen, sinken im Wasser unter, blutiger Schaum und etwas geronnenes Blut auf den Durchschnittsflächen, Emphysem an den Rändern. Die ganze Luftröhre mit gelblichem Schaum angefüllt, die Luftröhrenschleimhaut partiell injicirt und braunroth gefärbt. In beiden Vorhöfen geronnenes Blut, ebenso in den grössern Venen; Serum scheidet sich erst nach mehreren Stunden aus dem Blute aus und ist hellgelb, Blutkügelchen normal. Leber blutreich und von braunrother Farbe; alle grössern Gefässe enthalten geronnenes und flüssiges Blut. Spuren von Salpetersäure konnten in den Lungen chemisch nachgewiesen werden.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen wurde beim Einleiten der Dämpfe in die Glocke sehr unruhig; nach 1 M. reibt es stark die Nase, schliesst die Augen und hält den Athem an; nach 3 M. Zittern der Schnauze; nach 4 M. 6 Inspirationen bei Bauchlage und zurückgezogenem Kopfe. Nach 5 M. neue Zuleitung der Dämpfe; nach 6 M. erhebt es sich, Nase etwas feucht, schwaches Thränen der Augen; nach 8 M. ruhige Bauchlage bei 11 Inspir. Herausnahme nach 10 M. Die Respiration beschleunigt sich sogleich; nach 5 M. heftiger Husten, nach 8 M. starkes Niessen und Husten, nach 22 M. noch beschleunigter Herzschlag bei 22 Inspir., Rhonchus sonorus in den Bronchien, nach 43 M. noch häufiger Husten bei 29 Inspir. Auch am folgenden Tage beschleunigte Respiration; geringe Fresslust; am 2. Tage 50 Inspirationen binnen ¼ M., vermehrte Fresslust. Am 3. und 4. Tage ist die Respiration noch vermehrt bei häufigem Husten. Dann werden keine weitern Nachkrankheiten beobachtet.

3) Ein mittelgrosses Kaninchen wird beim Eintritt der Dämpfe in die Glocke sehr unruhig, reibt stark die Nase, schliesst die Augen und unterdrückt die Respirationsbewegungen. Nach 3 M. 7 Inspir. bei ruhiger Lage, nach 4 M. wieder Unruhe und starkes Reiben der Nase (bei blassgelber Atmosphäre in der Glocke). Nach 6 M. Aushauchen von weissen Dämpfen der Salpetersäure, nach 7 M. 7 Insp. mit jedesmaligem Oeffnen des Mauls, nach 12 M. Husten bei angestrengter Inspiration. Nach 19 M. neue Zufuhr der Dämpfe, welche die Atmosphäre stark gelb färben; dann heftiges Schreien und Reiben der Nase, nach 22 M. sehr angestrengte Inspir., ein convulsivisches Aufschnellen des Körpers geht in allgemeine Convulsionen über, nach 23 M. einige krampfhafte Inspir. und nach 24 M. Tod.

Section nach 6 St. Gliederstarre gering, das ganze Fell gelb gefärbt, Cornea etwas trübe. Pia mater stark injicirt, an der untern hinteren Fläche der beiden

Hemisphären ein erbsengrosses Blutextravasat, welches mit einer dünnen Lage flüssigen Blutes umgeben ist: zwischen Wirbel und dura mater überall flüssiges und geronnenes Blut. Lungen rothbraun auf der Oberfläche mit einzelnen hellen, emphysematös ausgedehnten Lungenbläschen: an der untern Fläche von hellbrauner Farbe, am Rande und an der Spitze einige hellrothe Flecke: das Parenchym fast durchgängig dunkelrothbraun, nur an einzelnen Stellen hellroth marmorirt. Die Lungen schwimmen auf dem Wasser, obgleich die rothbraunen Stellen beim Durchschneiden nicht knistern und keine Luft enthalten: nur die vielen ausgedehnten Lungenbläschen bedingen das Schwimmen. Auf den Durchschnittsflächen viel gelblicher Schaum und geronnene Blutklümpchen: die Bronchien und die Luftröhre sind mit gelblichem Schaum angefüllt, Trachealschleimhaut braunroth injicirt. In allen Herzhöhlen und in den grössern Venen geronnenes und flüssiges Blut: das letztere ist braunroth und nimmt an der Luft eine schmutzig-braunrothe Färbung an, welche sich in dünnen Schichten der hellen Cacaofarbe nähert: einzelne Blutkügelchen sind ungleich und gezackt. Leber blutreich und dunkelbraunroth; die Gefässe des Magens, Mesenteriums und des serösen Ueberzuges der Gedärme stark injicirt, Galle graugelb: Nieren normal; Milz bläulichroth; Harnblase leer.

Im Allgemeinen wirken die Dämpfe der Untersalpetersäure nicht so rasch letal ein wie die der salpetrigen Säure, was besonders aus dem Verhalten der Versuchsthiere den beiden Dämpfen gegenüber erhellt. Ein Kaninchen vermochte 10 M. lang den Dämpfen der Untersalpetersäure zu widerstehen, während ein anderes den Dämpfen der salpetrigen Säure schon nach 5 M. erlag; ein drittes Kaninchen starb erst nach 24 M., nachdem es anhaltend den intensiven Dämpfen der Untersalpetersäure ausgesetzt gewesen war.

Eine bedeutende Reizung der Schleimhäute der Nase, der Augen und der Luftröhre gibt sich bei der Einwirkung der Dämpfe der Untersalpetersäure kund; Husten und Niessen treten aber hier gewöhnlich erst heftig ein, wenn die Thiere an's Freie gelangen. Unterliegen sie nicht der stattgefundenen Einwirkung, so zeigen sich noch mehrere Tage lang Rhonchus sonorus und mucosus, anhaltender Husten, beschleunigte Respiration und allgemeine Abspannung bei erhöhter Herzthätigkeit. Bleiben die Thiere den Dämpfen ausgesetzt (Tauben 5 M. und Kaninchen über 20 M. lang), so erfolgt nach einem kurzen Stadium der gänzlichen Erschlaffung und Betäubung der Tod unter tonischen und klonischen Krämpfen, wobei schliesslich noch einige spastische Inspirationen die peinliche Scene beendigen, grade wie es sich bei Einwirkung der Dämpfe von salpetriger Säure verhält.

Der Sectionsbefund ist in beiden Fällen sehr ähnlich; ausser der Hyperämie der Nervencentren und der grössern Unterleibsorgane finden sich auch dieselbe Injection der Lungenschleimhaut, dieselbe Anfüllung der Bronchien und der Luftröhre mit einer schaumigen Flüssigkeit, bei Kaninchen die Hyperämie des Lungenparenchyms und bei Tauben die feste harte Beschaffenheit der Lunge sowie stark geronnenes Blut im Herzen.

Die bei Menschen beobachteten Fälle von Vergiftungen durch Dämpfe der Stickstoffsäuren beziehen sich hauptsächlich nur auf die Untersalpetersäure. Die Symptome während des Lebens treten gewöhnlich in folgender Reihenfolge auf: zuerst tritt vorwiegend ein zusammenschnürendes Gefühl in der Kehle ein, womit sich bald grosse Angst und Orthopnoe verbinden; ein starker Husten, welcher entweder trocken oder mit einem zähen, gelblichen Auswurf verbunden ist, quält die Kranken; man hört grossblasige Rasselgeräusche in den Bronchien, die Extremitäten werden kalt und während zunehmender Athembeklemmung zeigt sich eine cyanotische Färbung der Lippen. Ueberhaupt geben sich die vorherrschenden Symptome eines acuten Lungenödems mit bronchitischer Reizung kund und zwar in fast vollkommener Uebereinstimmung mit den Ver-

suchen an Thieren. Eine plötzliche und massenhafte Einwirkung der Dämpfe vermag auch bei Menschen Erstickungsnoth und wirkliche Asphyxie zu erzeugen.

Der Sectionsbefund beim Menschen unterscheidet sich nicht viel von dem Leichenbefunde bei Thieren; denn auch beim Menschen finden sich eine starke Hyperämie der Lungen, bisweilen Blutextravasate im Parenchym derselben, viel gelblicher oder röthlicher Schaum in den Bronchien und auf den Durchschnittsflächen der Lungen. Der Tod kann bei Menschen sehr rasch oder erst nach Monaten eintreten, wenn die Lungenaffection einen chronischen Verlauf angenommen hat.[76])

3) **Salpetersäure** HNO_3 **Acidum nitricum,** kommt in den tropischen Gegenden als Ammoniumnitrat in der Luft und im Regenwasser vor. Auch der elektrische Funke vermag in feuchter Luft die Bildung von Salpetersäure zu veranlassen. In Chili findet sie sich in grossen Lagern an Natrium gebunden als sog. Chilisalpeter: am häufigsten bildet sie sich durch die Oxydation des Ammoniaks, welches beim Faulen thierischer Substanzen und bei Gegenwart starker Basen (Kalk, Kali) in salpetrige und Salpetersäure übergeht: selbstverständlich geht dabei gleichzeitig Wasserstoff in Wasser über. Viele Pflanzen, z. B. Borago, Tabacum u. s. w., sind besonders reich an Nitraten.

Dargestellt wird die Salpetersäure durch Erwärmen von 1 Molec. salpetersaurem Natrium mit 1 Molec. Schwefelsäure:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3.$$

In Laboratorien gebraucht man gläserne Retorten, welche mittels Galeerenöfen in Sandcapellen erhitzt und mit Vorlagen in der Form der *Woulf*'schen Flaschen in Verbindung gebracht werden. Es bildet sich neben der Salpetersäure primäres (saures) Natriumsulfat; die so erhaltene wasserfreie, farblose Säure ist die weisse rauchende Salpetersäure des Handels, hat ein spec. Gew. von 1,54, erstarrt bei 40° und siedet bei 86°. Durch das Licht zerlegt sie sich in freien Sauerstoff und Untersalpetersäure. Da der frei gewordene Sauerstoff einen sehr grossen Raum einnimmt, so kann hierdurch ein Zersprengen des Ballons entstehen, wodurch schon grosses Unglück veranlasst worden ist. Sie kann thierische Substansen, wie Wolle, Haare, Leder, ätherische Oele, Ol. Terebinth. Rorism. u. s. w. zur Entzündung bringen. Bei der Destillation zersetzt sie sich zum Theil in Wasser, Sauerstoff und Untersalpetersäure: $2HNO_3 = H_2O + O + 2NO_2$.

Mit Wasser vermischt sich die Salpetersäure in allen Verhältnissen. Bei der Destillation einer verdünnten Säure geht zuerst fast reines Wasser über, wobei der Siedepunct allmählig auf 121° steigt und eine 68% haltige Salpetersäure gewonnen wird, welche constant bei dieser Temperatur siedet. **Acidum nitricum crudum** der Pharmac. germ. (Scheidewasser, Aqua fortis) enthält 50—52% bei einem spec. Gew. von 1,323—1,331, **Acidum nitricum** (reine Salpetersäure) 30% bei einem spec. Gew. von 1,185.

Die Salpetersäure verwandelt alle Metalloide, Chlor, Brom und Stickstoff ausgenommen, auf Kosten ihres Sauerstoffs in Säuren und alle Metalle, Gold und Platin ausgenommen, in salpetersaure Salze (Nitrate). Bei den Metallen wirkt der freiwerdende Wasserstoff reducirend auf die Säure ein und führt sie je nach der Stärke der Reaction in niedere Oxydationsstufen (Untersalpetersäure) über.

Bei Zinn und Zink findet die Zersetzung mit einer solchen Energie statt, dass der Wasserstoff die Salpetersäure zu Ammoniak reducirt, welches als salpetersaures Salz auftritt.

Salpetersäure wurde schon frühzeitig zur Scheidung von Gold und Silber benutzt und daher Scheidewasser genannt. *Albertus Magnus*, der bekannte Alchymist, nannte sie „philosophisches Wasser vom ersten Grade der Vollkommenheit."

Gewöhnlich nimmt ihre oxydirende und auflösende Wirkung um so mehr ab, je mehr Wasser sie enthält. Bei Eisen, Zinn und Kupfer verhält es sich umgekehrt; während eine starke 26,5% haltige Säure diese Metalle nicht angreift, ist dies erst bei Zusatz von Wasser der Fall. Aehnliches findet sich bei der **Holzfaser** und beim **Stärkemehl.**

Die meisten stickstoffhaltigen organischen Verbindungen färbt sie gelb und verwandelt sie in organische Säuren, z. B. Harz, Seide, Indigo in Pikrinsäure, Aloë in Chrysaminsäure.

Rothe rauchende Salpetersäure, Acidum nitricum fumans, wird fabrikmässig dargestellt und zwar bei höherer Temperatur, wobei ein Theil der Säure in Wasser,

Sauerstoff und Untersalpetersäure zerfällt; letztere löst sich in der überschüssigen Salpetersäure und färbt diese roth. Man gebraucht dazu 2 Mol (170 Th.) salpetersaures Natrium und 1 Mol. (98 Th.) Schwefelsäure. Anfangs wirkt die Schwefelsäure nur auf die Hälfte des Natriumnitrats und bildet neben freier Salpetersäure das primäre (saure) Natriumsulfat:

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + NaHSO_4 + NaNO_3.$$

Bei höherer Temparatur wirkt dann auch das primäre Natriumsulfat auf den noch unzersetzt gebliebenen Theil des Natriumnitrats und verwandelt sich unter Freiwerden der Salpetersäure in secundäres (neutrales) Natriumsulfat:

$$NaHSO_4 + NaNO_3 = Na_2SO_4 + HNO_3.$$

Bei dieser hohen Temperatur wird aber auch die Salpetersäure zum grossen Theil in Untersalpetersäure und Sauerstoff zersetzt und man erhält daher eine Lösung von Untersalpetersäure in Salpetersäure, d. h. rauchende Salpetersäure.

Einwirkung der Salpetersäure auf den thierischen Organismus. 1) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt in der Glasglocke. 101,14 G. Th. Kali nitric. wurden mit 98 G. Th. concentrirter Schwefelsäure erwärmt und der sich bildende Dampf (63 G. Th. Salpetersäure) mittels einer Pumpe eingeblasen; derselbe ist stets mit etwas Untersalpetersäure verunreinigt. Nach 3 M. schwache Speichelabsonderung, welche sich späterhin wieder verlor, Reiben der Nase, nach 5 M. schwaches Zurückziehen des Kopfes bei ruhigem Sitzen, 13 Inspir. binnen $^1/_4$ M.; nach 10 M. Unruhe, das Thier erhebt sich und bleibt auf den Hinterbeinen stehen. Nach 15 M. 11 äusserst angestrengte Inspirationen, Augen halb geschlossen, Cornea etwas getrübt, nach 20 M. 9 höchst angestrengte Inspirationen mit Aufblasen der Backen, Husten, nach 25 M. Unruhe und geringes Schwanken; linke Cornea mit einem weissen, 2 Linien breiten Streifen überzogen. Nach 30 M. Abgang eines trüben Urins, nach 40 M. 10 sehr angestrengte Inspirationen, wobei sich das Maul weit öffnet. Herausnahme nach 45 M. Das Kaninchen verhält sich ruhig und zeigt viel Durst; am folgenden Tage 25 angestrengte Inspirationen; es sucht überall kühle und dunkle Stellen auf, lehnt sich an, frisst wenig und bewegt sich nicht. Die Zahl der Inspirationen variirt zwischen 18—24 binnen $^1/_4$ M., Rhonch. sibil. deutlich und am 4. Tage ein schwaches Schleimrasseln in den Bronchien. Am 5 Tage noch 18 Inspirationen mit starkem Einziehen der Weichengegend; Temperatur normal, Ohren kalt; erst am 11 Tage freiere Bewegung. Vier Wochen nachher war noch ein schwaches Schleimrasseln vorhanden und zwar bei 25 noch immer etwas angestrengten Inspirationen binnen $^1/_4$ M.; allmählig erholte es sich und nahm an Fleisch zu.

2) Nach zwei Monaten wurde dasselbe Kaninchen nochmals den Dämpfen ausgesetzt, welche sich durch Versetzen der rauchenden Salpetersäure mit Schwefelsäurehydrat zu gleichen Theilen unter Erwärmen bildeten. Das Thier erhebt sich sogleich beim Eintritt der Dämpfe; nach 1 M. 9 Inspirationen, nach 4 M. Blinzeln mit den Augen; es reibt sich stark die Nase, erhebt sich und sinkt wieder zu Boden. Nach 10 M. 15 Inspirationen; nach 12 M. neue Zufuhr der Dämpfe. Die Haare des Thieres fangen in Folge eines herabfallenden Tropfens an zu brennen, die Verbrennung wird durch Zuhalten der obern Leitungsröhre der Glasglocke unterdrückt. Weites Aufsperren des Mauls bei der Inspiration, nach 15 M. 14 Inspirationen; Schwanken und Hinfallen; nach 16 M. 7 äusserst angestrengte Inspirationen in der Seitenlage, nach 17 M. heftiges Aufschreien, allgemeine Convulsionen und Tod.

Section nach 18 Stunden. Linke Hornhaut trübe, rechte nur fleckig weiss; auch das linke Augenlied ist geröthet, aus der Nase fliesst gelblicher zäher Schleim. Hirnhäute überall stark injicirt, die Gefässe sind entschieden ausgedehnt und mit einer strahligen blutigen Ausschwitzung umgeben; ein linsengrosses Blutextravasat an der hintern untern Fläche der beiden Hemisphären. Zwischen Wirbel und Dura mater überall ein dünnes flüssiges Blutextravasat. Lungen stark ausgedehnt, an den Rändern der obern Lappen Emphysem, Oberfläche dunkelbraun- und schwarzbraunroth marmorirt. Der rechte mittlere Lungenlappen leberbraun, luftleer und im Wasser untersinkend; die untere Hälfte des linken untern Lappens braunroth, aber nicht im Wasser untersinkend; auf den Durchschnittsflächen flüssiges Blut und einzelne geronnene Blutklümpchen. An den Durchschnittsflächen derjenigen Stellen, welche noch knistern und lufthaltig sind, fliesst gelblicher Schaum aus, der auch die Trachea bis zum Larynx ausfüllt. Trachealschleimhaut intensiv rothbraun; an der Stelle, wo ein Bronchus in den mittlern rechten Lungenlappen übergeht, liegt ein lockeres weisses Exsudat, welches sich in kleinen Zäpfchen in die kleinsten Bronchialverzweigungen des festen und luftleeren Lungenlappens verfolgen lässt. Es besteht aus kernhaltigen Zellen mit granulirtem Inhalte und „Entzündungskugeln". In den Herzhöhlen mehr geronnenes als flüssiges Blut; letzteres ist schwarzröthlich und hat in dünnen Schichten einen Stich in's Violette; nach 6 Stunden ist es noch flüssig

geblieben und dunkel kirschroth geworden. Leber von normaler Farbe und reich an flüssigem Blute; solches findet sich auch in allen grösseren Venen. Milz blass blauroth, Galle hellbraun; Nieren normal; starke Gefässinjection auf der Oberfläche der Därme. Alles Muskelfleisch sehr hellroth; in Lunge und Leber konnte Salpetersäure nachgewiesen werden.

Die Dämpfe der Salpetersäure wirken langsamer als die der salpetrigen und Untersalpetersäure ein, wie aus dem ersten Versuche deutlich hervorgeht; ein 45 Minuten langer Aufenthalt eines Kaninchens in den Dämpfen der Salpetersäure hatte aber den Erfolg, dass sich eine vollständige croupöse Bronchitis ausbildete. Zweifelsohne war dieser Befund bei dem zweiten Experimente mit jenem Thiere eine Folge des ersten Versuches, da sich während des zweiten Experimentes, welches nur 17 Minuten dauerte, dieser Krankheitszustand nicht entwickeln konnte; er war jedoch die Ursache, dass die Dämpfe bei dem zweiten Versuche einen schnellern letalen Ausgang bewirkten.

Im Uebrigen besitzt Salpetersäure wie Salzsäure und Schwefelsäure eine das Albumin coagulirende Eigenschaft; das compacte, bei dem Versuche vorgefundene Lungenparenchym hing jedoch mehr mit der Unwegsamkeit der Bronchien zusammen. Alle Stickstoffsäuren bewirken eine bedeutende Reizung der Schleimhäute, namentlich sind es aber die salpetrige und Untersalpetersäure, welche in dieser Beziehung rasch ihre Wirkung entfalten. Auch gibt die Untersalpetersäure viel schneller als die Salpetersäure ihren Sauerstoff an die organische Substanz ab; die dabei sich bildenden organischen stickstoffhaltigen Verbindungen sind aber noch wenig oder gar nicht bekannt. Ebenso werden die Dämpfe des Stickoxyds, wenn sie in das Blut dringen, auf Kosten des Sauerstoffs im Blute in salpetrige und Salpetersäure resp. in Untersalpetersäure übergehen, während die Salpetersäure höchst wahrscheinlich ebenfalls im Blute eine Oxydation hervorruft, wobei sie selbst in salpetrige Säure und diese durch Aufnahme von Sauerstoff wieder in Untersalpetersäure verwandelt wird.

Die Wirkung der Stickstoffsäuren muss somit eine und dieselbe sein; die Differenz beruht nur in der Zeit, welche zum Hervorrufen der Alterationen nothwendig ist, wie aus den vorhergehenden Versuchen deutlich erhellt.

Es ist auch eine bekannte Erfahrung, dass man in Laboratorien die Dämpfe der Salpetersäure weit besser als die der Untersalpetersäure oder salpetrigen Säure ertragen kann; hat man doch die salpetersauren Dämpfe sogar zu therapeutischen Zwecken verwendet![77])

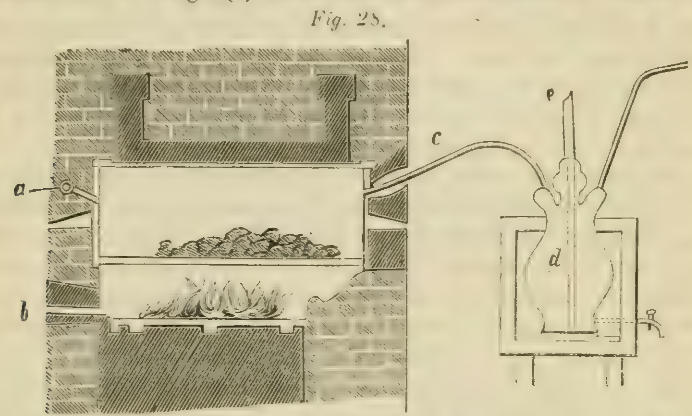
Auf das Blut wirken alle Stickstoffsäuren in gleicher Weise ein, wenn sie demselben direct zugesetzt werden; es wird schliesslich hellbraun, ein Zeichen, dass das Haemoglobin wesentlich verändert ist.[78])

Auf die **Pflanzen** wirken die Stickstoffsäuren in zwiefacher Beziehung schädlich ein, erstens durch ihre ätzende Eigenschaft und zweitens durch die Fähigkeit, die in den Pflanzen enthaltenen Chloride (Kochsalz) zu zersetzen und Chlor frei zu machen, welches dann das Chlorophyll zerstört und die Blätter bleicht. Besonders sind es die weichen Blätter der Trifolium-, Brassica- und Plantago-Arten, sowie die Tabakpflanzen, welche hauptsächlich durch diese sauren Dämpfe geschädigt werden. Auch die Laubhölzer, die Aepfel-, Birnen- und übrigen Obstbäume leiden sehr darunter, während die Nadelhölzer wahrscheinlich wegen des schützenden Harzgehaltes ihrer Blätter und die Gramineen wegen ihres vorherrschenden Gehaltes an Silicaten am wenigsten einer nachtheiligen Einwirkung der Stickstoffsäuren unterliegen.

Salpetersäure-Industrie.

Bei der Salpetersäurefabrication im Grossen benutzt man häufig gusseiserne Cylinder, welche reihenweise in Gasretortenöfen erhitzt werden. Gewöhnlich liegen zwei Cylinder auf einem Feuer; nachdem sie mit dem getrockneten Chilisalpeter beschickt worden sind, gibt man die Schwefelsäure (gewöhnlich von 1.718 sp. G. oder 60° B.) mittels eines Sförmigen Trichterrohrs (Fig. 28 *a*) in entsprechenden Mengen ein. Bei *b* liegt das Schürloch, und *e* ist ein Rohr, welches bis auf den Boden der Vorlage (*d*) reicht und das Sicherheitsrohr darstellt.

Fig. 28.



Die Oeffnung, durch welche der Trichter gesteckt wird, muss im Verlaufe des Processes wieder geschlossen und mit Thon verdichtet werden. Die Cylinder werden bisweilen an der Grundfläche mit Platten von Sandstein versehen, um sie nicht dem Feuer direct auszusetzen. Sie stehen durch ein Rohr (*c*) mit den Vorlagen (*d*) in Verbindung, die in der Form von *Woulf*'schen Flaschen aus Steingut construirt sein müssen. Ganz besonders sollen die Abzugsröhren eine hinreichende Weite haben, um allen Gasen einen ungehinderten Abzug zu verschaffen: sind dieselben zu enge, so können in Folge der grossen Spannung der Gase die lutirten Stellen unmöglich dicht bleiben, wodurch dann die entweichenden Gase und Dämpfe sowohl für die Arbeiter als auch für die Nachbarschaft eine beständige Quelle von Belästigungen gewähren. Ein solcher Fehler in der ersten Anlage lässt sich fast gar nicht mehr verbessern, so dass die Salpetersäurefabriken auf diese Weise beständig zu Klagen Veranlassung geben. Um das flüssige Natriumsulfat nach beendigtem Processe ausfliessen zu lassen, bringt man noch am untern Theile der Cylinder auf der vordern Seite ein Ausflussrohr an, welches während des Betriebes mit einem Stöpsel von Gusseisen versehen ist, dessen sorgfältige Lutirung mittels Thon zu bewirken ist. Bei der Verwendung von 1 Mol. Schwefelsäure und 2 Mol. Chilisalpeter wird der Rückstand dickflüssig resp. fest. In diesem Falle muss die vordere Fläche des Cylinders mit einer Gussplatte verschlossen werden, welche auf der innern Seite durch eine Thonschicht geschützt wird. Man dichtet mit Pferdemist und plastischem Thon: auf den Boden des Cylinders legt man scharfkantige Prismen von Gusseisen, an welchen sich der erkaltete Kuchen von (secundärem) Natriumsulfat bricht und nach der Wegnahme der Gussplatte leicht ausgezogen werden kann.

Die Herausnahme der Rückstände ist in sanitärer Beziehung wichtig und erfordert unbedingt die genannten Vorschriftsmassregeln, um die Arbeiter nicht den salpetersauren Dämpfen auszusetzen. Mehrere Fabriken gebrauchen oft grosse gusseiserne Kessel, welche am obern Ende eine weite Oeffnung für das Einbringen von Chilisalpeter und Schwefelsäure haben, wobei aber die Arbeiter schon mehr oder weniger den sich entwickelnden salpetersauren Dämpfen ausgesetzt sind; ein solches Verfahren ist daher in sanitärer Beziehung verwerflich.

Stets muss die Oeffnung für die Beschickung während des Betriebes einen sorgfältigen Verschluss haben; der Kessel wird meistens von allen Seiten von der

Flamme umspült. Ein angegossener, im Innern mittels eines Thonrohrs gegen die Einwirkung der Säure geschützter Hals nimmt das Rohr auf, welches die Salpetersäure in die Condensationsgefässe führt, während das flüssige Natriumsulfat durch ein am Boden angegossenes Rohr direct in eiserne, auf Wagen stehende Kasten abgelassen wird. Bei einem mehr festen Rückstande empfiehlt sich das oben angegebene Verfahren mittels der wegnehmbaren Gussplatte.

Um die Belästigungen, welche Salpetersäurefabriken den Adjacenten bereiten, sowie die gesundheitsschädlichen Einwirkungen der Gase und Dämpfe auf die Arbeiter zu verhüten, sorge man vorzugsweise für eine zweckmässige Beschickung, für die sorgfältigste Lutirung der Apparate, die vollständige Condensation der Gase und Dämpfe in den Vorlagen, sowie für eine rasche Beseitigung der Rückstände. An die Vorlagen, welche abzukühlen sind, könnte man noch einen Kühlapparat, d. h. ein Schlangenrohr von Steingut anschliessen, in welches man von oben her einen schwachen Strahl kalten Wassers fliessen lässt, um die Gase so vollständig als möglich zu condensiren. In vielen Fabriken benutzt man gegenwärtig vielfach wie in Schwefelsäurefabriken Koksthürme mit Berieselung mittels eines Schüttelapparates, um namentlich die noch entweichende Untersalpetersäure mittels Schwefelsäure wiederum zu gewinnen. Uebrigens treten hierbei auch die vom Chilisalpeter herrührenden Dämpfe auf, da derselbe stets Jod entwickelt, während Chlor sowohl beim Natron- als Kalisalpeter auftritt. Bleibt Jod längere Zeit im Destillate, so bildet sich schliesslich Jodsäure; ist Chlor und Jod gleichzeitig vorhanden, so entsteht Chlorjod. Untersalpetersäure zeigt sich um so mehr, wenn die rauchende Salpetersäure dargestellt wird. Es ist unzweckmässig und auch in pecuniärer Beziehung unvortheilhaft, die nicht absorbirte Säure unter die Feuerung zu leiten, wie es in manchen Fabriken geschieht. Will man den Koksthurm nicht benutzen, so sind jedenfalls absorbirende Mittel zu verwenden, unter welchen die Bleiglätte noch insofern einen grossen Vorzug hat, als man dadurch Chlor- und Jodblei neben basisch salpetrigsaurem Blei und geringen Spuren von Bleinitrat gewinnt. Man kann die Bleiglätte auf befeuchtete und in einem geschlossenen Kasten befindliche Koks streuen (s. Nitroglycerin). Eine Sodalösung ist weniger zweckmässig, weil das Jodblei sich nach der vollständigen Sättigung mit siedendem Wasser ausziehen lässt, indem es sich in goldglänzenden Blättern, mit etwas Chlorblei vermischt, abscheidet, die mit Schwefelsäure erhitzt Jod abgeben.

Uebrigens unterwirft man in der Industrie auch häufig den Chilisalpeter vorher einer sorgfältigen Waschung, um alles Chlornatrium zu entfernen und eine chlorfreie Salpetersäure zu erhalten; oder man befreit die fertige weisse Salpetersäure dadurch von ihrem Chlorgehalt, dass man sie in Thongefässen, welche im Wasserbade stehen, erwärmt und mittels einer Compressionspumpe einen kräftigen Luftstrom durch dieselbe treibt, um die entweichende chlorhaltige Untersalpetersäure in einen Koksthurm zu leiten, in welchem sie der oben erwähnten Behandlung zu unterwerfen und von Chlor und Untersalpetersäure zu befreien ist.

Bei der Concession einer Salpetersäurefabrik sind somit alle oben erwähnten Puncte sorgfältig zu berücksichtigen, widrigenfalls die Belästigung der Nachbarschaft und die Beschädigung der Vegetation zu beständigen Klagen Anlass geben. In dieser Beziehung kann nicht oft genug betont werden, dass bei der Unschädlichmachung der Gase und Dämpfe stets drei Methoden im Auge zu

behalten sind: 1) die der Wegführung durch den Schornstein, wenn die Gase und Dämpfe durch die Feuergase eine so beträchtliche Verdünnung erleiden, dass sie weder die Adjacenten belästigen noch die Vegetation schädigen; 2) die Methode der Absorption, wenn die Gase und Dämpfe noch zu verwerthen sind; 3) die Methode der Zerstörung, wenn sie sanitäre Nachtheile in sich schliessen. Nicht selten verdient aber hierbei das Verbrennungsproduct noch eine besondere Berücksichtigung, wie namentlich bei der Verbrennung von Schwefelwasserstoff bereits hervorgehoben worden ist. Bei allen in dieser Richtung zu treffenden Vorsichtsmassregeln muss man durch die sorgfältigste Erwägung aller hierbei in Betracht kommenden Umstände geleitet werden.

Die **Anwendung der Salpetersäure in der Industrie** ist eine sehr verbreitete, welche sich noch täglich steigert; man benutzt sie vorzugsweise wegen ihres Sauerstoffsgehaltes, welchen sie unter Umständen mit Leichtigkeit abgibt. Beim Oxydiren und Nitriren verschiedener Substanzen spielt sie eine grosse Rolle, wovon bei der Darstellung der Pikrinsäure, Oxypikrinsäure, des Nitrobenzols, der Schiessbaumwolle, des Nitroglycerins u. s. w. die Rede sein wird; ebenso hat sie bei der Schwefelsäurefabrication die wichtigste Bedeutung. Ueberall werden bei diesen chemischen Processen reichliche Dämpfe von Stickoxyd resp. Untersalpetersäure entwickelt.

Wird zum Bleichen und auch zum Härten des Talgs Salpetersäure benutzt, so tritt viel salpetrige Säure neben Butter-, Baldrian-, Capron-, Caprylsäure u. s. w. auf. Beim Vergolden von Kupfer, Bronze oder Messing dient sie zum Beizen dieser Metalle resp. zur Wegschaffung der Oxydschicht an ihrer Oberfläche; hierbei entwickelt sich stets eine enorme Menge von Stickoxyd resp. Untersalpetersäure. In geringerm Masse bilden sich diese Dämpfe, wenn die Metalle zum Entgolden in eine Mischung von Salpeter und Schwefelsäure getaucht werden; dasselbe ist der Fall beim Anreichern der Goldwaaren von geringem Gehalte, bei der sogenannten Dérochage (Aetzung). Beim Vergolden mit Goldamalgam gebraucht man eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul (Quickwasser); geschieht das Auftragen des Amalgams mittels blosser Salpetersäure, so treten wieder die Dämpfe von Stickoxyd resp. Untersalpetersäure auf.

Bei allen diesen Manipulationen ist eine besondere Räumlichkeit mit einer passenden Einrichtung für das Unschädlichmachen dieser Dämpfe erforderlich. Da letztere stark mit atmosphärischer Luft verdünnt sind, so ist eine chemische Condensation derselben, wenn nicht unmöglich, doch unpractisch; wo ein Verschluss der Gefässe, in welchen die Entwicklung der Dämpfe vor sich geht, nicht statthaft ist, da muss die Wirksamkeit einer hohen und kräftig ziehenden Esse eintreten. Besondere Räume sind deshalb erforderlich, damit wenigstens alle übrigen Arbeiter des Fabriklocals ausser dem Bereiche dieser Dämpfe bleiben, deren Bedeutung für die menschliche Gesundheit man noch lange nicht genug gewürdigt hat.

In Telegraphen-Büreaus, in welchen man früher die galvanische Batterie mit Salpetersäure beschickte, hat sich die höchst schädliche Einwirkung der salpetersauren Dämpfe auf die Beamten oft bemerkbar gemacht.

Die Hutmacher pflegen das Quecksilber in Salpetersäure aufzulösen, um das salpetersaure Quecksilberoxydul bei der Präparation der Haare zum Filzen zu benutzen, eine Procedur, welche in Frankreich Secretage genannt wird und stets die Entwicklung von salpetriger Säure veranlasst.

Früher wurden die Schreibfedern mit Salpetersäure gelb gefärbt und noch gegenwärtig benutzt man diese, um dem Nussbaumholze eine dunkelgelbe Farbe zu geben. In Cigarrenfabriken bringt man die gelben Flecken auf den Blättern mittels Salpetersäure hervor, um denselben das Aussehen einer bessern und theuerern Sorte zu verschaffen. Alle diese Manipulationen dürften für die Aetiologie mancher Krankheiten, besonders der chronischen Brustleiden, von erheblicher Bedeutung sein.

Will man die Salpetersäure als Desinfections- und Räucherungsmittel benutzen, indem man sie aus einem Gemisch von Salpeter und Schwefelsäure durch Erwärmen entwickelt, so ist dabei sehr grosse Vorsicht anzuwenden, da die geringste Beimengung von organischem Staub eine reichliche Entwicklung von Untersalpetersäure veranlasst; in bewohnten Räumen darf deshalb diese Methode der Räucherung nicht vorgenommen werden.

Zum Aetzen von Kupfer, Stahl und Stein gebrauchen die Metallo- und Lithographen Salpetersäure; die dabei sich bildende Untersalpetersäure bleibt im Verdünnungsmittel aufgelöst [79]). Auch in der Färberei dient sie als Aetz- und Beizmittel und beim Drucken als sogen. Reservage. Die gelben Muster auf blauen wollenen Tüchern oder auf Seide werden nämlich mittels Salpetersäure' welche durch Kleister verdickt worden ist, gedruckt, damit die blaue, durch Indigo hervorgerufene Farbe durch Salpetersäure zerstört und in eine gelbe verwandelt wird. Eine kräftige Ventilation ist in solchen Räumen absolut erforderlich, da sich auch hier mehr oder weniger Dämpfe von Untersalpetersäure entwickeln.

Die Darstellung der Eisenbeizen (Rouille) geschieht mittels Eisenvitriols und Salpetersäure; letztere gibt hierbei nur einen Theil ihres Sauerstoffs ab, um das Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln; die Entwicklung von Stickoxyd resp. Untersalpetersäure ist deshalb bei dieser Operation sehr bedeutend. Gewöhnlich geschieht die Darstellung der Eisenbeize in den Färbereien, da sie vielfach zum Schwarzfärben und Erschweren der Seide benutzt wird. Es gehört dazu ein besonderer und von allen andern Localen getrennter Raum, in welchem ein Herd für die Aufstellung der Gefässe und ein kräftig ziehender und nicht zu niedriger Schlot für die Ableitung der Dämpfe vorhanden sein müssen, damit der Arbeitsraum frei davon bleibt. Die Mischgefässe dürfen nicht zu niedrig stehen und müssen sich im Bereich des Schlotes befinden, welcher bis auf den Herd reicht, nur an der vorderen Arbeitsseite eine Oeffnung hat und sich an den Feuerkamin anlehnt.

Das Zugutemachen der sog. Krätze, des Kehrichts der Goldarbeiterwerkstätte, kann den Adjacenten oft Belästigung bereiten, namentlich wenn diese Procedur innerhalb der Städte vorgenommen wird.

Man gebraucht dazu einen Reverberir-Verbrennungsofen, dessen Feuerraum mit Koks gespeist wird und aus welchem die Feuerluft über eine Feuerbrücke den zur Verbrennung der Krätze dienenden Raum durchstreicht, die organischen Theile der Krätze verbrennt und die leicht oxydirbaren Metalle, wie Kupfer u. s. w., oxydirt. Die Verbrennungsproducte des Brennmaterials und der Krätze müssen durch einen wenigstens um 30 Fuss das Dach überragenden Schornstein abgeleitet werden, da sie einen unangenehmen, brenzlichen und sehr belästigenden Geruch verbreiten, wofern man nicht für ihre Ableitung sorgt. Ausserdem dient noch ein kleiner Herd zum Erhitzen der Schmelztiegel und des bei der Trennung der edlen Metalle anzuwendenden Goldscheidewassers (Königswassers). Ueber dem Herd ist ein Fangtrichter anzubringen, welcher mittels einer Röhre mit dem Schlot in Verbindung steht und die sauren Dämpfe (Stickoxyd, salpetrige Säure) ableiten muss, wenn es sich auch hier nur um kleine

Mengen derselben handelt, da höchstens 10 Loth Metallmengen zur Anwendung kommen; immerhin bedarf man dieser Vorsicht schon zum Schutze der Arbeiter.

Beobachtet man die genannten Vorsichtsmassregeln, so kann von keiner grossen Belästigung die Rede sein; diese gibt sich nur kund, wenn höchst primitive Einrichtungen, namentlich der Mangel eines hohen Schlots, die Wegführung der Gase und Dämpfe unmöglich machen.

Acidum chloro-nitrosum, Königswasser, Aqua regia, entsteht, wenn 1 Vol. Salpetersäure mit 3 Vol. Salzsäure gemischt wird; der Name rührt daher, weil die Säure jeden Regulus, d. h. jeden Metallkuchen, also auch Gold und Platin, aufzulösen vermag. Diese Wirksamkeit beruht auf dem aus der Salzsäure durch die Salpetersäure frei gewordenen Chlor, sowie auf den beiden Chlorverbindungen des Stickoxyds NOCl und $NOCl_2$. Bei der Erwärmung des Königswassers erhält man zuerst die Dämpfe von Chloruntersalpetersäure $NOCl_2$.[60]

Einwirkung des Königswassers auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glasglocke. Die Dämpfe von erwärmtem Königswasser werden in die Glocke geleitet; sogleich entsteht Blinzeln mit den Augen, Kothentleerung, Putzen der Augen, Ausfluss von Flüssigkeit aus dem Schnabel; nach 3 M. Husten, nach 4 M. Anschwellen der Augenlieder, Bauchlage, Husten; nach 10 M. ist jede Exspiration mit Husten begleitet, nach 17 M grosse Unruhe und Athmen mit aufgesperrtem Schnabel; nach 18 M. streckt die Taube die Füsse aus und neigt sich stark seitwärts. Bei der Herausnahme beschleunigt sich die Athmung sehr und auf heftige Convulsionen folgt Tetanus, welcher nach 1 M. den Tod herbeiführt. Cornea klar, Pupille erweitert; der aus dem Schnabel fliessende Schleim reagirt sauer.

Section nach 24 Stunden. Pia mater stark injicirt; auf der Med. oblong. ein ganz dünnes Extravasat von geronnenem Blute; Plex. venos. spin. stark angefüllt. Lungen von hellbrauner Farbe und nur an den Rändern roth, auch das Parenchym erscheint theils bräunlich, theils roth. Die rechte Lunge sinkt ungefähr 1 Zoll tief unter den Wasserspiegel, die linke bleibt eben unter demselben; auf den Durchschnittsflächen flüssiges und geronnenes Blut; Trachealschleimhaut schwach injicirt. In allen Herzhöhlen schwarzes geronnenes Blut, ein paar Tropfen flüssigen Blutes von dunkelrother Farbe hatten sich in der Brusthöhle angesammelt. Die Leber von dunkelbraunrother Farbe; das Blut in den grössern Gefässen geronnen.

2) Ein grosses Kaninchen sass im Glaskasten. Beim Einleiten der Dämpfe zeigen sich bald stockende Athmung und Husten; nach 4 M. starkes Reiben der Schnauze, nach 6 M. erhebt es sich auf die Hinterbeine; Maulhaare feucht und starker Husten; der Kasten ist mit einer schwach gelblichen Atmosphäre erfüllt; nach 10 M. fällt es auf den Rücken, steht aber sogleich wieder auf und setzt sich hin; starke Dyspnoe, 7 Inspir. binnen $\frac{1}{4}$ M.; nach 16 M. krampfhaftes Aufsperren des Maules bei jeder Inspiration; nach 18 M. Schwanken und Zittern des ganzen Körpers; Hinfallen auf die Seite. Nach 19 M. heftige Convulsionen, wobei massenhafter Schaum aus dem Maul stürzt. Sogleich Herausnahme. Zuckende Bewegungen der Muskeln am Thorax; die Respiration nimmt rasch ab, nach 2 M. Tod. Die Haare fühlen sich härtlich an; die Cornea ist milchig trübe, der Körper wird alsbald kalt.

Section nach 5 Stunden. Die Hirnhäute stark injicirt, die Plex. venos. spin. stark mit flüssigem Blute angefüllt. Lungen überall braunroth mit schwachgelblichen erweiterten Lungenbläschen; auf den Durchschnittsflächen des knisternden Parenchyms dringt überall viel weisser Schaum neben flüssigem Blute hervor. Die Lungenvenen stark mit flüssigem Blute angefüllt; Bronchial- und Trachealschleimhaut braunroth injicirt und mit einer dünnen Schicht wässrigen braunrothen Blutes bedeckt; von den feinsten Bronchien aus erstreckte sich ausserdem bis zum Larynx hin eine Lage schwachgelblichen Schaums. In der rechten Herzhälfte viel dunkles flüssiges Blut. In der Unterleibshöhle fällt besonders die Leber durch einen auffallenden Blutreichthum aus; das schwarzrothe flüssige Blut röthet sich fast gar nicht an der Luft und scheidet kein Serum aus.

Bei den Dämpfen des Königswassers wirken Chlor und Untersalpetersäure ein; die nachfolgende Reizung der Respirationswege erreicht deshalb den höchsten Grad, so dass die schleimige, Bronchien und Luftröhre anfüllende Flüssigkeit die heftigste Dyspnoe und Erstickungsnoth erzeugt, welche unter klonischen und tonischen Krämpfen bei den Versuchsthieren schnell den Tod herbeiführen.

Man hat alle Ursache, die Arbeiter vor der schädlichen Einwirkung dieser

Dämpfe zu schützen. Am meisten wird das Königswasser von den Goldarbeitern als Auflösungsmittel für Gold benutzt; Unachtsamkeit und Geringschätzung der Gefahr haben schon oft chronisch-entzündliche Reizungen der Brustorgane hervorgerufen, so dass späterhin die gewohnte Beschäftigung gar nicht mehr aufgenommen werden kann. In einem concreten Falle bildete sich ein Verdichtungsprocess in den Lungen aus; die damit verbundenen Leiden schwanden erst nach längerer Behandlung, aber die grösste Empfindlichkeit der Schleimhäute der Respirationswege forderte noch lange Zeit zu besonderer Schonung auf.

Phosphor P.

Phosphor kommt in der Natur nie frei, aber sehr häufig in Verbindungen, namentlich mit Kalk im Apatit, Phosphorit und Osteolith vor; Wawellit ist Aluminiumphosphat, Vivianit phosphors. Eisenoxyduloxyd, welches im Torfe und in der Braunkohle sich findet. Manche mergelartige Schichten der Kreideformation, welche reich an Versteinerungen sind, enthalten bisweilen über 26—30% Calciumphosphat. Aus der Ackererde nehmen die Pflanzen das hier nie fehlende Calciumphosphat auf; Natriumphosphat bildet einen wichtigen Bestandtheil des Blutes und phosphorhaltiges Fett findet sich im Gehirn und Rückenmark.

Einwirkung des Phosphordampfes auf den thierischen Organismus. 1) Zwei kräftige Tauben sassen im grossen, mit offenen Ventilationslöchern versehenen Glaskasten, in welchem ein mit Phosphoröl getränkter Leinwandstreifen hing; das Oel enthielt 0,5 grm. Phosphor in 50 grm. Ol. Olivar. Schon nach 10 M. traten Blinzeln mit den Augen, Würgen und Erbrechen nebst Durst ein; diese Erscheinungen wiederholten sich, wenn der Leinwandstreifen wieder angefeuchtet wurde. Am 2. Tage Schwanken, Betäubung und Seitenlage auf den Flügeln; am 3. Tage Fresslust verschwunden, die Tauben tranken bloss. Täglich war die Anfeuchtung des Leinwandstreifens zweimal wiederholt worden. Am Nachmittage kurz nach der erneuerten Anfeuchtung Bauchlage mit ausgebreiteten Flügeln und häufigem seitlichem Umdrehen des Kopfes; Respiration und Herzthätigkeit zeigten nichts Abnormes. Als am 4. Tage das Anfeuchten des Leinwandstreifen unterlassen worden, erholten sich die Tauben zusehens; sie frassen und bewegten sich normal. Am 5. Tage wurde Morgens 8 und Nachmittags 3 Uhr der Leinwandstreifen angefeuchtet; gegen Abend lagen beide Tauben mit ausgebreiteten Flügeln auf dem Bauche; 3 Stunden nachher trat der Tod ohne auffallende Erscheinungen ein.

Section 15 St. nachher. Leichenstarre mässig; Pupille in mittler Contraction, die Schädelknochen blutig infiltirt und zwischen Dura mater und Schädel ein sehr zartes, durchsichtiges Blutextravasat, die Hirnhäute mässig blutreich, auch die Plex. ven. spin. von gewöhnlichem Blutgehalte; nur in der Umgebung der Med. oblong. fand sich ein grösserer Blutreichthum. Lungen von normaler rother Farbe, lufthaltig und mässig blutreich, die Schleimhaut schwach geröthet und von den Bronchien bis zum Larynx mit einer ganz dünnen Lage Schleim bedeckt; aufgedrücktes blaues Lackmuspapier röthete sich sofort. Dieselbe Reaction zeigten das Lungenparenchym und das ausfliessende Blut. Das ganze Herz strotzte von dickflüssigem schwarzem Blute, das an der Luft heller wurde, kein Serum ausschied und sich in eine gelatinöse Masse verwandelte; die Blutkügelchen vorherrschend normal, einige seitlich eingerissen. Die schwarzbraune Farbe der Leber wurde an der Luft hellbraun, sie war ziemlich blutreich; in allen grössern Venen dickflüssiges Blut. Die Muskeln nahmen an der Luft eine frisch hellrothe Farbe an. Durch die *Mitscherlich*'sche Probe liessen sich in der Leber nur höchst geringe, dagegen in der Lunge deutliche Spuren von Phosphor nachweisen.

2) Die bei der freiwilligen Verbrennung des Phosphors entstandenen Dämpfe wurden mit viel atmosphärischer Luft in den Holzkasten geleitet, in welchem ein starkes Kaninchen sass. Nach Verbrauch von 0,005 Grm. Phosphor binnen 30 M. machten sich nur ein geringer Speichelfluss und eine beschleunigte und angestrengtere Respiration bemerkbar. Erst nach 24 St. zeigte sich ein allgemeines Unbehagen, wobei das Thier plötzlich wie leblos hinfiel, die hintern Extremitäten weit ausstreckte und sichtbare Bewegungen der Därme darbot. Bei jedem Anfalle, der sich nur in den ersten Tagen halbstündlich wiederholte und nach 12 Tagen verschwand, fand eine Urinentlee-

rung statt. Nach 14 Tagen wurde der nämliche Versuch bei demselben Kaninchen wiederholt. Es blieb 3/4 Stunde lang den Dämpfen ausgesetzt: auch jetzt traten erst nach 24 St. die oben erwähnten Zufälle und zwar fast regelmässig nach dem Fressen ein. In den Zwischenzeiten zeigte sich bisweilen ein starkes und mit mühsamer Respiration verbundenes Herzklopfen: nach 10 Tagen schwanden diese Erscheinungen und man bemerkte nur zuweilen noch die starken Darmbewegungen. 8 Wochen nach dem letzten Versuche bildete sich aber ein intensiver Icterus aus, welcher sich durch schmutzig-gelbe Flecke auf der Conjunctiva, graue Excremente und einen dunklen, braunrothen, an Gallenpigment reichen Urin charakterisirte. Dieser Zustand verschwand nach 10 Wochen.

In der Industrie kann nur von Phosphordämpfen die Rede sein; man muss hierbei die weissen Nebel, welche bei der freiwilligen Verbrennung des Phosphors an der Luft entstehen, von den dicken Nebeln, die sich beim Anzünden des Phosphors bilden, unterscheiden. In beiden Fällen handelt es sich nicht bloss um fein vertheilten Phosphor, sondern auch um seine Oxydationsproducte. In den Fabriken für Reibzündhölzchen ist es stets der bei der Verdunstung des Phosphors entstehende Dampf, dessen Molecüle mit einer solchen Oxydschicht mehr oder weniger umhüllt sind, so dass höchst wahrscheinlich stets neben Phosphor auch die phosphorige Säure ihre giftige Wirkung entfaltet. Bei der grossen Verdünnung dieses Dampfes mit atmosphärischer Luft und bei seiner Neigung, sich nach dem Boden zu senken, dauert es aber oft längere Zeit, ehe sich die Folgen bei den Arbeitern kund geben.

Die Oxydation des gewöhnlichen Phosphordampfes geht nicht sofort vor sich; so enthielt der bei der Darstellung der Zündmasse entstehende Dampf meistens nur Phosphor und Wasser, aber noch wenig Oxydationsproducte, während in den Niederschlägen auf dem Fussboden, auf den Bänken und Geräthen der Fabrikräume Phosphorsäure fast immer nachgewiesen werden kann. In der Atmosphäre der Trockenstuben und Magazine lässt sich ebenfalls hauptsächlich Phosphor, auf dem Boden aber Phosphorsäure constatiren.

Der Speichel der Arbeiter verhält sich meist neutral oder alkalisch, bei einzelnen Arbeitern an der Zündmasse kann er aber auch schon saure Reaction zeigen, wenn sie den Phorsphordämpfen sehr ausgesetzt sind.

Bei den durch Phosphordampf umgekommenen Tauben gab sich die bereits stattgefundene Oxydation des Phosphors auf den Schleimhäuten der Respirationswege und selbst im Blute des Lungenparenchyms unzweifelhaft durch eine saure Reaction kund; dass aber noch nicht der gesammte inhalirte Dampf in Phosphorsäure übergegangen war, bewies der nach der Mitscherlich'schen Methode in der Lunge nachgewiesene Phosphor. Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, dass bei allen Phosphorvergiftungen auch der Phosphor als solcher resorbirt wird.

Bei den Arbeitern in den Zündholz-Fabriken ist bekanntlich die Phosphornekrose eine Folge des eingeathmeten Phosphordampfes. Die Krankheit beginnt in der Regel mit Zahnschmerzen, welche durch Ausziehen der mehr oder weniger cariösen Zähne nicht gelindert werden; bald schwillt dann die Wange an, die Gesichtsfarbe wird fahl, Salivation und ein übler Mundgeruch stellen sich ein, während Abscesse am Unterkiefer die fortschreitende Krankheit bekunden. Es ist durch die Erfahrung festgestellt worden, dass Arbeiter mit schadhaften Zähnen am meisten zu dieser Krankheit disponiren; man hat daher auch mit Recht als Regel aufgestellt, solche Individuen von den Zündholz-Fabriken ganz fern zu halten. Ebenso wichtig ist es aber, jeden Zahnschmerz und jede Krankheit der Mundhöhle bei den in Fabriken schon beschäftigten Arbeitern zu würdigen

und die gewohnte Beschäftigung während der Dauer der Krankheit ruhen zu lassen.

Die Phosphornekrose wird mit einer Entzündung der Wurzelhaut des Zahns (Periostitis) eingeleitet; der Zahn tritt unter Schmerzen aus seiner Alveole und kann nicht selten in diesem gelockerten Zustande leicht ausgezogen werden. Nicht bloss bei cariösen, sondern auch bei ganz gesunden Zähnen kann die Krankheit auf diese Weise beginnen; die Schwellung des Kieferknochens nimmt zu, wenn sich die Entzündung auf das Periost der Alveole fortpflanzt und in Eiterung übergeht.

Bei fortscheitender Krankheit wird der ganze Alveolarfortsatz bloss gelegt und beim höchsten Grade des Leidens verliert der harte Gaumen seine Schleimhaut; ein allgemeiner Collapsus, Speichelfluss, aufgehobene Verdauung und ein fieberhafter Zustand sind dann die Folgen des grossen Säfteverlustes. Wird das nekrotische Knochenstück abgelöst, so können sich die abgestorbenen Theile auf eine wunderbare Weise wiederersetzen, wenn das Periost gerettet worden ist.

Die Verdickung des Kieferknochens besteht in einer Knochenablagerung, in einer die Oberfläche des Knochens überziehenden und meist an den Gelenkköpfen des Unterkiefers beginnenden osteophytischen Rinde, die eine Dicke von mehreren Linien erreicht, ehe die Eiterung beginnt; auch können einzelne Osteophyten entstehen. Wo die Knochenablagerung stattfindet, wird das ursprüngliche Knochenstück förmlich eingekapselt und mehr oder weniger der Blutzufuhr beraubt; in dem Masse, als dies geschieht, bildet sich ein hohler Raum zwischen den ursprünglichen Knochen und den aufgelagerten; man muss dann den Kiefer exstirpiren, soll der Kranke nicht durch Eiterung zu Grunde gehen.[1])

Dass der Phosphordampf eine specifische Beziehung zur Wurzelhaut der Zähne und zum Kieferperiost hat, geht aus dem Umstande hervor, dass man bisher ein Leiden der Nasenmuscheln nicht beobachtet hat, obgleich der Phosphordampf nicht nur in die Mund- sondern auch in die Nasenhöhle dringt. Es ist viel darüber gestritten worden, ob die Kiefernekrose ein örtliches Leiden oder die Folge einer allgemeinen Phosphordyskrasie sei. Bekanntlich dauert es stets längere Zeit, Monate oder Jahre, ehe das örtliche Kieferleiden beginnt, mögen nun die Arbeiter gesunde oder cariöse Zähne haben. Die Ursache dieses Ereignisses dürfte in der verhältnissmässig geringen Menge Phosphor, welche von den Arbeitern aufgenommen ist, zu suchen sein, so dass es stets längerer Zeit bedarf, ehe die Folgen des im Organismus verweilenden Giftes zu Tage treten. Der Einwand, dass man auch in intensiven Fällen von Phosphornekrose oft keine andere Störung im Gesammtorganismus beobachte als die durch den Säfteverlust und die verhinderte Nahrungsaufnahme veranlasste, dürfte nicht zutreffen. Wenn auch bei zufälligen Todesfällen nicht immer fettige Degenerationen der Organe angetroffen werden, so vermisst man doch bei näherer Nachforschung selten Magen- und Digestionsstörungen oder krankhafte Blutbildung. So entwickelte sich z. B. nach dem Berichte von Fournier und Ollivier bei einem bereits 4 Jahre in Zündholzfabriken beschäftigt gewesenen 14jährigen Mädchen plötzlich eine acute Periostitis des Oberkiefers mit hochgradiger Anämie, nachdem schon früher pustulöse Eruptionen der Finger bestanden hatten; unter Auftreten von Purpuraflecken und einem comatösen Zustande starb die Kranke plötzlich. Bei der Section wurde der flüssige Zustand des Blutes und eine Apoplexia capillaris nachgewiessen.[2]) Bucquoy fand dagegen bei einer 27jährigen

Frau nach 7jähriger Beschäftigung in Zündholzfabriken Nekrose des rechten Oberkiefers und ein Jahr später, als der Tod durch Variola erfolgt war, eine fettige Degeneration der Leber, Nieren, des Herzens und der Muskeln, nachdem bei Lebzeiten schon Albuminurie auf diese Krankheitszustände hingewiesen hatte, die sicher auf die langjährige Beschäftigung in Phosphordämpfen zurückgeführt werden müssen.[3])

Zieht man dabei die durch langdauernde Phosphorfütterung bei Thieren herbeigeführten Knochenappositionen in Betracht, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass das Kieferleiden in den Phosphorzündhölzerfabriken als das Resultat einer Allgemeinerkrankung aufgefasst werden muss.[4])

Wenn Andere der phosphorigen Säure eine ätzende Wirkung zuschreiben, welche sich durch die cariösen Zähne dem Kiefer mittheile, so spricht hiergegen der bereits hervorgehobene Umstand, dass die Phosphornekrose auch bei ganz gesunden Zähnen vorkommt.

Jedenfalls ist es eine wichtige Aufgabe der Hygiene, überall, wo Phosphordampf auftritt, für die ergiebigste Ventilation Sorge zu tragen; erfahrungsgemäss hat sich auch die Phosphornekrose in allen gut geleiteten und beaufsichtigten Fabriken entschieden vermindert (s. Phosphorzündholz-Fabrication).[5])

Phosphorindustrie.

Zur **Darstellung des Phosphors** bedient man sich in der Regel der Thierkohle und erst in neuerer Zeit hat man auch angefangen, die phosphorsauren Salze aus dem Mineralreiche: Osteolith, Phosphorit, Vivianit u. s. w., aufzuschliessen und zur Phosphorgewinnung zu benutzen. Sind die phosphorsauren Erden reich an Bitumin, so geht dem Aufschliessen mit Säure ein Brennen voraus, wobei sich übelriechende, empyreumatische Gase und Dämpfe entwickeln können, vorausgesetzt, dass die betreffenden Erden keine Silicate enthalten, weil diese leicht ein Versickern veranlassen. Bisweilen unterwirft man das Rohmaterial mit Soda gemischt in Reverberiröfen der Calcination, um beim Auslaugen der Schmelze die Phosphorsäure als phosphorsaures Natrium zu gewinnen. Vorläufig bleibt die Darstellung des Phosphors aus den Thierknochen noch die wichtigste, wobei folgende Operationen hervorzuheben sind:

1) **Die Verbrennung der Knochen und das Zerkleinern der Knochenerde.** Frische Knochen werden nur noch in der Nähe grosser Abdeckereien benutzt, wenn der Transport u. s. w. erschwert ist. Das Brennen in offenen Gruben kann nur in öden Gegenden vorgenommen werden, weil die dabei auftretenden empyreumatischen Producte einen höchst widerlichen Geruch verbreiten.

Das Verbrennen der Knochen in Schachtöfen, welche nach dem Princip der Kalköfen construirt sind, ist weniger mit einem starken Geruche verbunden, darf aber nicht in der Nähe menschlicher Wohnungen stattfinden. Man hat deshalb combinirte Schachtverbrennungsöfen construirt, um die bei den frisch aufgelegten Knochen entstehenden Gase und Dämpfe durch die glühende Schicht der verglimmenden Knochen zu leiten und dadurch die Zerstörung der empyreumatischen Stoffe zu bewirken.

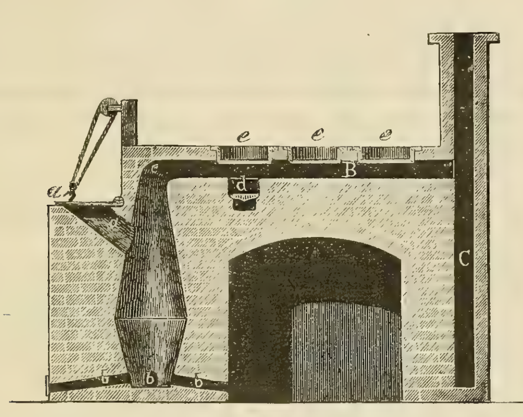
Auf diesem Princip beruht auch der von *Fleck*[6]) angegebene Ofen, wobei ein cylindrischer Schacht durch einen Fuchs und den Feuerungsraum der Pfannenfeuerung mit dem Schornstein in Verbindung steht. Durch die um die Sohle des Ofens seitlich angebrachten 3 Oeffnungen (Fig. 29 *bbb*) wird ein Holzrost gelegt und entzündet. Die Beschickung geschieht durch die Oeffnung *a*, welche mit einer Klappe von starkem Eisenblech geschlossen wird. Die Oeffnungen *bbb* dienen ausserdem noch zur Entfernung der gebrannten Knochen und als Zugöffnungen, weshalb sie mit Schiebern von Eisenblech versehen sind. Die stinkenden Dämpfe streichen durch den Fuchs *c* und den Zug *B* über die Rostfeuerung *d* und werden hier entzündet, ehe sie in den Schornstein *C* dringen.

Der Betrieb ist ein continuirlicher und kann der Ofen sogar im Innern der Fabrikgebäude aufgestellt werden, da von Geruch Nichts zu bemerken ist. Bei *e* können die Laugen abgedampft werden.

Die weissgebrannten Knochen werden durch Walz- oder Pochwerke zu Linsengrösse zerkleinert.

Die Verbrennung der Knochen bei gleichzeitiger Gewinnung der Destillationsproducte geschieht jetzt häufiger; zu dem Ende werden die rohen Knochen einer Destillation unterworfen und die Rückstände vollkommen eingeäschert. Die hierzu erforderlichen Apparate sind wie bei der Destillation ganzer Thiercadaver construirt (s. Abdeckerei).

Fig. 29.



2) **Die Bearbeitung der Knochenasche und das Zersetzen der Knochenerde durch Schwefelsäure.** Die Knochenasche, Thierasche (weiss gebrannte Knochen) wird mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, um das in ihr enthaltene tertiäre (neutrale) Calciumphosphat $Ca_3(PO_4)_2$ in das primäre oder saure Salz $CaH_4(PO_4)_2$ zu verwandeln:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2\,H_2SO_4 = 2\,CaSO_4 + CaH_4(PO_4)_2.$$

Da sich beim Verbrennen der Knochen stets Schwefel- und Cyancalcium bildet, so entwickeln sich bei diesem Processe höchst schädliche Gase, wie Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Blausäure, Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff; letzterer tritt gewöhnlich als Kieselfluorwasserstoff erst beim Eindampfen der Lauge auf.

Es sind hierzu mit Blei ausgefütterte und verschlossene Gefässe zu benutzen, durch deren Deckel Abzugscanäle zum nächsten Schornstein führen. *Fleck* benutzt hölzerne Ständer, welche inwendig mit Pech überzogen sind. Die Lauge wird abgezapft und der entstandene Gips ($CaSO_4$) mit heissem Wasser ausgesüsst.

Unter den erwähnten Gasen tritt Schwefelwasserstoff um so reichlicher auf, je frischer die gebrannten Knochen sind. Haben dieselben lange an der Luft gelegen, so ist ihr Gehalt an Schwefelcalcium in unterschwefligsaures resp. schwefligsaures Calcium übergegangen; es kann sich alsdann kein H_2S entwickeln. Der Cyangehalt der Knochen ist stets abhängig von der in den Knochen enthaltenen Leimsubstanz und sind daher Knochen, welche lange vergraben gewesen sind, frei davon.*)

Das Gemisch von Knochenpulver und Schwefelsäure lässt man 48 Stunden in den Ansatzständern stehen. Das Vermischen geschieht pausenweise und wird wie-

*) Zur Illustration dieser Thatsachen dienen folgende Versuche:

1) Weiss gebrannte Knochen, welche 2 Jahre an der Luft gelegen hatten und demnach zur Kategorie derjenigen Knochen gehörten, welche durch eine lange Sauerstoffeinwirkung verändert worden sind, werden in einer Quantität von 3 Unzen und im grob zerstossenen Zustande mit verdünnter Salzsäure in hinreichender Menge übergossen. Selbstverständlich musste also hier eine Entwicklung von H_2S fehlen und Kohlen-

derholt, wenn keine Gasentwicklung mehr stattfindet. Die geklärte Flüssigkeit lässt man kurz über dem Niederschlage durch einen Bleiansatz mittels eines mit Blei ausgeschlagenen Holzcanals auf Filter und alsdann in die bleiernen Abdampfschalen abfliessen.

Die Gipsmasse wird auf Auswaschständer mit doppeltem Boden, der mit Stroh und doppelter Leinwand bedeckt ist, gebracht und mit Wasser umgerührt. Mit den ersten Flüssigkeiten behandelt man noch andere Partien Rückstand und setzt die letzten Waschwässer den Ansatzständern zur Herstellung neuer Laugen zu.

3) **Das Eindampfen des sauren primären Calciumphosphats** geschieht in kleinen Abdampfpfannen mit reverberirendem Feuer bis zu 45° R.; der während des Abdampfens sich ausscheidende Gips wird mit Sieblöffeln herausgenommen. Hat die filtrirte Lauge Syrupsconsistenz bei ca. 50° B. erhalten, so setzt man fein gesiebte Holzkohle zu, trocknet in gusseisernen Kesseln ein und erhitzt nach Fleck nur so weit, dass sich die Masse, ohne zu stäuben, bequem durch ein Sieb reiben lässt. Bei dieser Erhitzung geht das primäre Phosphat in Calciummetaphospat $Ca(PO_3)_2$ über: $CaH_4P_2O_8 = CaP_2O_6 + 2H_2O$.

---

säure neben dem in der Asche enthaltenen Cyan, welches als **Cyanwasserstoff** auftritt, stattfinden.

Eine Taube sass in einem kleinen Zinkkasten (von 4725 C.-Ctm. Inhalt), in welchen die sich entwickelnden Gase eingeleitet wurden: nach 3 M. stieg die Zahl der Inspirationen von 9 auf 15, nach 5 M. 26 sehr angestrengte Inspir., dabei geringes Schwanken und Anlehnen an die Wand des Kastens, Nasswerden des Schnabels: die Athemnoth steigert sich, der ganze Körper bewegt sich, der Schnabel öffnet sich bei jeder Inspir., die Pupille ist erweitert; bisweilen blinzelt sie mit den Augen und steht mit gespreitzten Füssen da. Nach 15 M. derselbe Zustand und dieselbe Anzahl von Inspir.: als die Glasthür des Kastens hierauf geöffnet wird, hört sogleich die Athemnoth auf.

2) Kurz darauf Wiederholung des Experimentes. Nach 4 M. wiederum 26 sehr angestrengte Inspir. binnen 1/4 M., nach 15 M. derselbe Zustand, welcher die grösste Aehnlichkeit mit einem heftigen asthmatischen Anfall hat. Als die Taube hierauf herausgenommen wird, hören alle Beschwerden sofort auf: ein Beweis, dass in beiden Fällen nur die Kohlensäure eingewirkt hatte. Die etwa vorhandenen Spuren von Cyanwasserstoff waren hier durch die Kohlensäure so verdünnt, dass sie keine Einwirkung äussern konnten.

Jedenfalls verdient aber aus den eben angeführten Gründen der Act der Vermischung der Kohlenasche mit den Säuren alle Beachtung und dürfen die Arbeiter den sich hierbei entwickelnden Gasen in keinem Falle ausgesetzt werden, da schon die grosse Menge von Kohlensäure, abgesehen von allen andern Gasen, höchst schädlich einwirken kann.

3) Eine Unze frischer, schwarz gebrannter Knochen wurde mit Salzsäure behandelt. Die sich entwickelnden Gase drangen in den kleinen Zinkkasten, in welchem eine Taube sass. Schon nach 1 M. beschleunigte sich die Respiration; nach 2 M. 26 sehr angestrengte Inspir. mit Erhebung des ganzen Körpers und weitem Oeffnen des Schnabels. Nach 4 M. Würgen, Erbrechen, rauhes, schnarrendes Athmen: nach 6 M. heftiges Erbrechen; nach 11 M. Bauchlage bei 11 sehr angestrengten Inspir. binnen 1/4 M.: die Taube sucht den Schnabel zwischen die Thürritze des Kastens zu bringen. Nach 15 M. derselbe Zustand und dieselbe Bauchlage: nach 16 M. Herausnahme.

Die Taube bleibt auf dem Bauche liegen und blinzelt mit den Augen, Pupille schwach contrahirt. Nach 2 M. 23 angestrengte, aber nicht hörbare Inspir.: beim Anstossen versucht sie aufzustehen, schwaches convulsivisches Aufschrecken, Herzschlag sehr stark, laut, aber nicht beschleunigt. Nach 5 M. bewegt sie die Füsse, als wenn sie aufstehen wollte, während sie mit dem Vorderkörper auf dem Boden bei erweiterter Pupille liegt. Nach 8 M. 14 angestrengte Inspr. bei undeutlichem, kaum zu hörendem Herzschlage, nach 11 M. nimmt die Anzahl der Inspir. immer mehr ab: sie werden stossweise und krampfhaft. Unter schwachen convulsivischen Bewegungen stirbt sie nach 12 M.: die Temperatur nimmt rasch ab, aber 4 M. lang hört man noch einzelne, ganz schwache Herzschläge.

Section 1 Stunde nachher. Hirnhäute nur in der Umgebung des Kleinhirns hyperämisch, ganz besonders in der Umgebung der Med. oblong.: Plex. venos. spinal. nicht sehr stark angefüllt. Auf der Durchschnittsfläche der zinnoberrothen Lunge etwas flüssiges und geronnenes Blut, die Lungenvenen sind mit geronnenem Blute angefüllt; die Trachealschleimhaut braunroth injicirt. Das ganze Herz strotzt von ganz dunklem

Beim Calciniren entwickelt sich neben Kohlenoxyd und Kohlensäure sehr viel schweflige Säure. Es empfiehlt sich, diese Gase in Kasten, welche mit weiss gebrannten Knochen angefüllt sind, zu leiten, um hierdurch ein vorläufiges Aufschliessen der letztern einzuleiten. Sie stehen mittels Steingutröhren mit den Abdampfgefässen in Verbindung und haben an ihrem tiefsten Puncte eine *S* förmig gebogene Bleiröhre, um die saure Kalklösung abfliessen zu lassen.

In einigen Fabriken findet sich nur eine dachförmige Ueberdeckung der Kessel mit einem hohen Abzugsrohre. Vorsichtiger ist es, nach dem Vorschlage von Gentele die Kessel in einem steinernen Gewölbe mit einer Arbeitsöffnung aufzustellen, da während dieses Processes beständig gerührt werden muss. Der Arbeitsöffnung gegenüber steht das Gewölbe durch eine Oeffnung mit dem Schornstein der Kesselfeuerung in Communication, um auf diese Weise einen raschern Abzug der Gase zu bewirken. Die Arbeiter werden durch diese Vorrichtung allerdings geschützt, aber die Nachbarschaft um so mehr durch diese Gase belästigt; ihre Verwerthung ist daher jedenfalls vorzuziehen.

Dieser Theil der Phosphorfabrication gehört überhaupt in sanitärer Beziehung zu den wichtigsten Abschnitten derselben und muss bei der Verleihung der Concession ganz vorzugsweise berücksichtigt werden, da es sich hierbei um die Gefährdung der Arbeiter und die Belästigung der Adjacenten handelt.

4) Die **Destillation des Phosphors.** Man unterscheidet hierbei das Vorfeuern und die eigentliche Destillation.

a) Das Vorfeuern. Das Destillationsgut wird in Retorten aus feuerfestem Thone, die in Galeerenöfen aufgestellt werden, dem sog. Vorfeuern ohne Vorlagen unterworfen; Calciummetaphosphat verwandelt sich nun in Phosphor und Calciumpyrophosphat ($2CaP_2O_6 + 5C = 2P + Ca_2P_2O_7 + 5CO$), während Kohlenoxyd ($CO$) entweicht.

Da die Retorten allmählig von aussen nach innen in's Glühen gebracht werden, so müssen die zuletzt im Innern sich entwickelnden Wasserdämpfe die äussere glühende Hülle des Destillationsgutes passiren und dadurch die Entwicklung von Schwefel- und Phosphorwasserstoff neben Kohlenoxyd veranlassen:

$$CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO.$$

Schwefelwasserstoff bildet sich aus dem Schwefelcalcium, welches aus einem Antheil des Gipses entstanden: $CaS + H_2O = CaO + H_2S$.

Mit dem Phosphor bilden die Wasserdämpfe theils Phosphorwasserstoff, theils phosphorige Säure; letztere entsteht durch den Sauerstoff des Wassers und wird später durch die Kohle wieder zu Phosphor reducirt.

Die Flamme der sich entwickelnden brennbaren Gase liefert das Kriterium, wie

---

geronnenem und wenig flüssigem braunrothem Blute. Leber und Nieren von normaler Farbe und reich an dickflüssigem braunrothem Blute; alle grössern Gefässe mit geronnenem Blute angefüllt. Das flüssige Blut, welches nur in geringer Menge aufgefangen werden konnte, wird allmählig an der Luft hellkirschroth.

Cyanwasserstoff wurde in den schwarz gebrannten Knochen durch Destillation qualitativ nachgewiesen; Schwefelwasserstoff fand sich nur in höchst geringen Spuren vor. Kommt nun dazu, dass auch Cyanwasserstoff in Lunge und Leber der Taube, welche zusammen der Untersuchung unterworfen wurden, durch die Analyse und zwar als Berlinerblau, wenn auch nur spurweise, aufgefunden wurde, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Taube durch Cyanwasserstoff umgekommen ist, der aber auch in diesem Falle noch durch Kohlensäure verdünnt war, weil sonst der Tod viel rascher erfolgt sein würde.

Bedenkt man nun die Masse von Materialien, welche in der Technik zur Anwendung kommen, so verdienen die sich hierbei entwickelnden Gase jedenfalls die grösste Beachtung. Bei einem sehr gewöhnlichen technischen Vorgange, bei der Wichsbereitung, findet ebenfalls die Einwirkung der Schwefelsäure auf schwarz gebrannte Knochen statt, um durch Bildung von Gips den Kohlenstoff fein zu vertheilen. Man wird selten hierbei die Entwicklung von Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff und Kohlensäure vermissen. Vorsichtsmassregeln sind daher auch hier, namentlich bei grossen industriellen Anlagen, in der oben angegebenen Art und Weise zu treffen.

weit die innere Masse zur Destillation vorbereitet ist. Brennt die Flamme mit einer blauen Farbe, so bildet sich Kohlenoxyd, wird aber gleichzeitig ein stechender Geruch nach schwefliger Säure wahrgenommen, so hat man eine Schwefelwasserstofferzeugung in der Retorte. Bildet die Flamme einen weissen Rauch, so findet eine Reduction des Arsens statt, welches sich bisweilen in bedeutender Menge in dem sauren Calciumphosphat ansammelt und von der Zersetzungssäure herrührt; der gebildete Arsenwasserstoff verbrennt zur arsenigen Säure. Brennt die Flamme mit grünlichem Schein, so entwickelt sich ein weisser Rauch, welcher aber am Mundloch der Retorte einen rothen Ring absetzt und ein Zeichen für die kräftige Reduction der Phosphorsäure liefert. Die gefärbte Flamme rührt entweder von Phosphorwasserstoff oder von Phosphordampf her; beide geben beim Verbrennen Phosphorsäureanhydrid.

Die Verbrennungsproducte bestehen somit aus schwefliger Säure Phosphorsäureanhydrid, arseniger Säure und Kohlensäure; sie müssen von denselben Apparaten, welche bei der eigentlichen Destillation des Rohphosphors zur Anwendung kommen, aufgenommen werden.

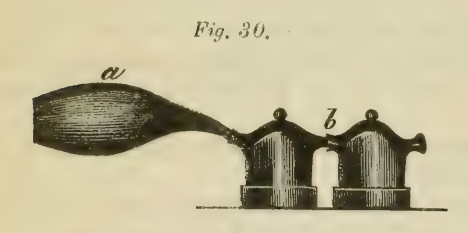


Fig. 30.

b) Die eigentliche Destillation des Phosphors. Nach dieser vorbereitenden Operation des Calcinirens und Vorfeuerns, welche die Entfernung des hygroskopischen oder Krystallwassers bezweckt, verbindet man erst die Retorte *a* (Fig. 30) mittels eines Vorstosses mit der Vorlage (*b*).

Die Retorten sind flaschenförmige Gefässe aus porösem Thon, deren Hals aus der Gewölbemauer hervorragt; man bestreicht sie mehrmals mit einem dünnen, mit Kuhmist gemischtem und mit Borax getränktem Lehmbrei, damit sie vollständig luftdicht werden.

Die Vorlagen haben die Form eines Topfes oder einer Haube, sind oben geschlossen und mit ihrem untern offenen Ende in eine mit Wasser gefüllte Unterlage gestülpt.

Der Röhrenansatz oder Vorstoss vermittelt die Verbindung zwischen Retorte und Vorlage. Da bei der Destillation stets Phosphorwasserstoff, sowohl selbstentzündlicher als nicht entzündlicher, auftritt, so kann anfangs eine Explosion der Vorlage erfolgen, wenn die zuerst auftretenden brennbaren Gase sich mit der in der Vorlage befindlichen atmosphärischen Luft vermischen und dieses explosive Gemisch durch eine nachfolgende Entwicklung von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoff entzündet wird.

Um diese höchst gefährliche Explosion zu vermeiden, versetzt man das Wasser in den Vorlagen mit einigen Stückchen Natriumbicarbonat und gibt alsdann irgend eine Säure zu, um die Gefässe auf diese Weise mit Kohlensäure zu füllen.

Die Dämpfe, welche sich aus der Vorlage entwickeln und späterhin fast nur aus Phosphordampf bestehen, müssen durch eine besondere, mit Sicherheitsvorrichtung versehene Röhrenleitung unter einen eisernen Trichter geleitet und hier verbrannt werden. Der Trichter mündet mit dem gebogenen Rohr in den obern Theil eines weiten, horizontal liegenden Rohrs aus Steingut, welches mit feuchter loser Baumwolle oder mit Werg angefüllt ist; die als Rauch in das Rohr eindringende Phosphorsäure und etwaige arsenige Säure werden von der nassen Baumwolle aufgenommen und selbstverständlich aus derselben gewonnen (s. S. 263).

Findet in grossen Etablissements die Destillation des Phosphors in Galeerenöfen statt, wo oft 50—100 Retorten zu gleicher Zeit destilliren, so werden die auftretenden Dämpfe zwar auch auf die genannte Weise zur Verbrennung gebracht, aber die Verbrennungsproducte durch einen Ventilator in der Art aufgesaugt, dass sie mit nassem Koks angefüllte Horizontalröhren aus Steingut passiren.

Diese Vorrichtungen, welche den Arbeitern vollständigen Schutz gewähren, sind nicht aus der Besorgniss vor Beschädigung derselben hervorgegangen, sie

sind vielmehr aus den Bemühungen der Fabrikanten, aus dem Verbrennungsproducte noch einen pecuniären Vortheil zu erzielen, entstanden. Die mit viel arseniger und wenig phosphoriger Säure vermischte Phosphorsäure, welche hierbei gewonnen wird, behandelt man nämlich mit Schwefelwasserstoff; das hierbei entstehende Schwefelarsen wird abgeschieden, die Säure eingedampft und namentlich in England als Acidum phosphoric. glaciale in den Handel gebracht.

Die meisten Oefen sind für Holzfeuerung eingerichtet; Fleck hat dagegen einen Ofen für Steinkohlenfeuerung construirt, der den Retortenöfen bei der Leuchtgasfabrication sehr ähnlich ist.

5) Die **Reinigung des Phosphors** geschieht mittels Pressens durch starkes Sämischleder, durch Rectification, Behandeln mit Salpetersäure oder Auflösen in Schwefelkohlenstoff; sie bezweckt die Entfernung der mechanisch beigemengten Unreinigkeiten.

Das mechanische Durchpressen des Phosphors wird gegenwärtig sehr empfohlen, seitdem man sich dazu einer warm gehaltenen *Real*'schen Presse bei geringer Druckhöhe bedient.

Die Rectification resp. Destillation geschieht in eisernen Retorten, deren Schnäbel unter Wasser tauchen. Soll der Phosphor ganz chemisch rein werden, so sind Retorten von Steingut anzuwenden; durch die blosse Rectification wird er jedoch weder arsen- noch schwefelfrei. Einige Chemiker nehmen an, dass beide Körper als chemisch verbundenes Schwefelarsen im Phosphor vorkommen. Das Eintauchen der Retortenschnäbel in Wasser soll nur den Zutritt der atmosphärischen Luft verhüten; die sich entwickelnden Dämpfe, phosphorige Säure, Phosphor- und Schwefelwasserstoff, kollern durch das Wasser und müssen auf dieselbe Weise wie bei der Rohdestillation beseitigt werden.

Arsenwasserstoff kommt nur spurweise und dann erst am Ende der Destillation vor, welche eigentlich eine fractionirte ist, da die Producte in verschiedenen Zeitintervallen aufgefangen werden. Das Arsen häuft sich mit dem Schwefel in den letzten Resten des Retorteninhaltes an, kann aber schliesslich durch verstärkte Hitze übergetrieben werden; gewöhnlich werden aber die letzten Antheile der Destillation zum Rohphosphor zurückgegeben.

Die chemisch-reine Darstellung wird in chemischen Laboratorien vorgenommen und zwar entweder durch mehrmalige Rectification oder durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure, wobei Arsen wegen seiner leichten Oxydirbarkeit zuerst in Arseniksäure über- und durch nachträgliches Waschen mit Wasser weggeführt wird.

Bei der Behandlung mit Salpetersäure werden geschlossene Glasretorten nebst Vorlagen gebraucht; letztere müssen mit der Retorte durch einen hermetischen Verschluss verbunden sein, während die Tubulatur der Vorlage mittels einer Röhre oder eines Gummischlauchs mit einem gut ziehenden Rauchfange in Verbindung steht, um das auftretende Stickstoffoxyd resp. die Untersalpetersäure mit geringen Mengen von Phosphordämpfen resp. phosphoriger Säure wegzuführen.

Bei dieser Rectification des Phosphors aus Glasretorten kann, wenn die Masse nur einigermassen beträchtlich und deshalb der Raum der Retorte gross ist, leicht eine gefährliche Explosion entstehen, welche man am besten dadurch verhütet, dass man sowohl Retorte als Vorlage tubulirt anwendet, die Retorte mit der Vorlage durch einen Gipsverschluss hermetisch verbindet und durch den Tubus der Retorte einen trocknen Kohlensäurestrom leitet, welcher aus dem Tubus der Vorlage mittels eines zweischenklig gebogenen und mit einigen Linien Quecksilber gesperrten Rohrs wieder austritt und alsdann in einen Kamin abgeleitet wird.

Die Reinigung des Phosphors durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff ist eine der interessantesten Methoden, welche auch den reinsten Phosphor liefert. Zu dem Ende wird der Phosphor in eine Art von Scheidetrichter gebracht, welcher unten und oben mit einem Glasstöpsel versehen ist und in einem Behälter mit Wasser ruht. Das untere Abzugsrohr mündet zunächst in einen mit Sand angefüllten Filterapparat, der mittels eines gekrümmten Glasrohrs mit einem tubulirten, einer *Woulf*'schen Flasche ähnlichen Destillationsgefässe verbunden ist; das Rohr reicht bis auf den Boden, der einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt ist.

In den Scheidetrichter wird Wasser nebst Phosphor und alsdann Schwefelkohlenstoff eingegeben. Die Auflösung kann durch Erwärmung des Wassers im Behälter befördert werden. Die Phosphorlösung lässt man durch das Sandfilter in das Destillations-

gefäss fliessn, in welchem mittels eingetriebener Wasserdämpfe die Trennung des Lösungsmittels vom Phosphor bewirkt wird.

Die Dämpfe des Schwefelkohlenstoffs müssen durch eine Röhre in eine Kühlschlange gelangen, deren Ausgang wieder unter Wasser resp. in den sogen. Gassammelkasten (s. Holzgeist) mündet, wo die allenfalls noch entweichenden Gase in den Schornstein abgeleitet werden. Diese Vorsichtsmassregeln sind wegen der feuergefährlichen und gesundheitsschädlichen Dämpfe sehr nothwendig.

Diese Methode hat gleich nach der Entdeckung des rothen Phosphors Eingang gefunden und wird auch zur Reinigung resp. zum Ausziehen dieses Körpers benutzt.

6) Das **Formen des Phosphors** zu Stangen geschieht mittels Glasröhren und ist eine der ältesten Manipulationen und hat insofern noch ein besonderes Interesse, als es früher durchgehends und auch jetzt noch vereinzelt durch Aufsaugen mittels des Mundes in konischen Glasröhren geschah.

Die grosse Gefahr, welche mit diesem Verfahren für die Arbeiter verbunden ist, leuchtet von selbst ein, obgleich man neuerdings in Frankreich wieder zu diesem Verfahren zurückgekehrt ist, jedoch mit einer verbesserten Saugvorrichtung.

Auf den Vorschlag von *Dumas* kommt das Aufsaugen des Phosphors mittels eines Kautschukballons zur Anwendung, wobei man auf die bekannte Weise verfährt, indem man durch Zusammendrücken des Ballons die Luft aus der Glasröhre, welche mit dem untern offenen Ende in geschmolzenem Phosphor steht, entfernt. Durch Aufhebung des Druckes auf die Blase dehnt sich die Luft wieder aus und zieht den Phosphor in die Höhe. Gewöhnlich stehen viele Röhren zusammen, welche mittels eines Gummischlauchs in einen gemeinschaftlichen Ballon münden.

Sembert hat eine mechanische Vorrichtung erfunden, welche in deutschen Fabriken vielfach in Gebrauch ist. Neuerdings formt man aber auch den Phosphor in Platten und Scheiben, um seine Versendung zu erleichtern.

7) **Aufbewahrung des Phosphors.** Der Phosphor muss stets unter Wasser aufbewahrt werden, was bei grössern Massen in gut verlötheten Blechbüchsen oder noch besser in kleinen, mit Paraffin getränkten und von aussen lackirten hölzernen Fässchen geschieht, da die Löthungen von metallenen Gefässen leicht beschädigt werden können.

Beim Versenden sollte man nicht grössere Mengen als einzelne Pfunde in die Fässchen eingeben; Gläser, welche sonst am zweckmässigsten sind, eignen sich aber wegen der leichten Zerbrechlichkeit und der damit verbundenen Gefahren nicht zum Versenden.

Nach dem Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen vom 10. Juni 1870 muss er unter Wasser in Blechbüchsen, welche höchstens 12 Pfund fassen und verlöthet sind, in starken Kisten mit Sägemehl verpackt sein. Die Kisten müssen ausserdem in Leinwand emballirt, mit Handhaben und dem Zeichen „Oben" versehen sein, dürfen aber nicht mehr als 150 Pfund wiegen.

Zu den Eigenschaften des Phosphors gehört, dass er bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche, schwach-gelbliche Masse bildet, am Lichte aber gelb und roth wird; er schmilzt bei 40° und siedet bei 290°, verflüchtigt sich aber mit Wasserdämpfen. Er oxydirt sehr leicht und raucht an der Luft; er ist in Schwefelkohlenstoff leicht löslich; verdunstet die Lösung, so erstarrt er in Rhombendodekaëdern; er verbrennt zu Phosphorsäureanhydrid. An sich ist er geruchlos, die Nebel aber, welche er an der Luft ausstösst, riechen knoblauchartig. Sein Verhalten an der Luft führte *Schönbein* zur Entdeckung des Ozons; die Ozonisirung der Luft findet nämlich dadurch statt, dass ein Theil des Sauerstoffs vom Phosphor gebunden wird, während gleichzeitig ein anderer Theil desselben „activer" gemacht wird. Unter Wasser aufbewahrt, wird er am Lichte auf seiner Oberfläche matt, krystallinisch und färbt sich gelb. Erhitzt man den Phosphor einige Stunden auf 250° in luftfreien Gefässen, so stellt er ein rothes Pulver dar, welches rother oder amorpher Phosphor heisst und alle charakteristischen Eigenschaften des weissen Phosphors verloren hat.

In sanitärer Beziehung ist im Allgemeinen noch zu bemerken, dass die Phosphornekrose viel seltener in den Phosphorfabriken als in den Phosphorzündhölzer-Fabriken vorkommt; dies hat darin seinen Grund, dass die meisten Arbeiten wegen der heftig strahlenden Hitze der Oefen mehr im Freien oder

doch wenigstens in sehr zugigen und stark ventilirten Räumen vorgenommen werden. Bei grosser Unvorsichtigkeit und gänzlicher Vernachlässigung der angegebenen Vorsichtsmassregeln ist es aber nicht unmöglich, dass sich Phosphornekrose bei den betreffenden Arbeitern ausbilden kann, wofür auch bestimmte Thatsachen sprechen. Beim Entleeren der Vorlagen nach geschehener Rohdestillation, beim Einfüllen der Retorten zur Vornahme der Rectification, sowie beim Verpacken des Phosphors sind sie immerhin noch vielfach den Phosphordämpfen ausgesetzt; hier würde sich jedenfalls ein Schutz durch Respiratoren empfehlen (s. Phosphorzündhölzer-Fabrication).

Es kann nicht bezweifelt werden, dass bei Anwendung arsenhaltiger Säure zum Aufschliessen der Knochenasche das saure Calciumphosphat arsenhaltig wird und letzteres alsdann durch die Reduction mit Kohle sowohl metallisches Arsen als auch Arsenwasserstoff liefert, wodurch bei Vernachlässigung der nothwendigen Vorsichtsmassregeln eine Arsenvergiftung sehr leicht eintreten kann. Das Arsen entwickelt sich stets am meisten im Anfange des Reductionsprocesses, nämlich bei dem sogen. Vorfeuern, wo die Vorlage noch nicht angeschoben und eine Verbreitung dieser giftigen Dämpfe im Arbeitsraum um so eher möglich wird.

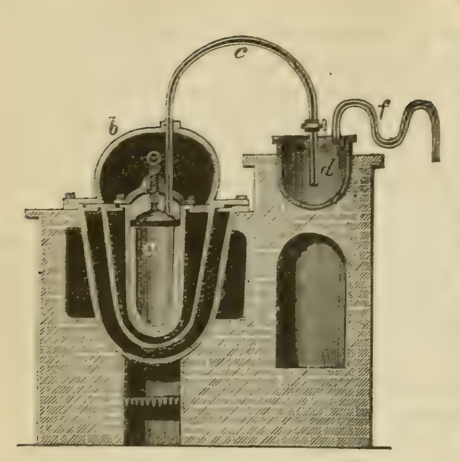
Beim Calciniren, Mischen und Füllen der Retorten entstehen durch die Einwirkung des staubförmigen, sauren phosphorsauren Calciums sehr leicht Augenentzündungen von intensivem und gefährlichem Charakter, indem dasselbe besonders die Hornhaut anätzt und trübe macht. Bei dieser Arbeit ist deshalb das Tragen von sogenannten Schutzgläsern dringend angezeigt; diese bestehen aus runden Gläsern, welche mittels einer Hornfassung in einer Art von lederner Halbmaske eingefügt sind.

Rother Phosphor. Der rothe krystallinische Phosphor, fälschlich amorpher genannt, weil man ihn früher nur amorph kannte, wurde 1848 von *Schrötter* in Wien entdeckt. Er ist bloss eine Modification des gewöhnlichen Phosphors; seine Umwandlung beginnt schon bei 215°, aber langsam; bei 240° findet die eigentliche Bildung des rothen Phosphors statt. Er wird am besten durch eine Temperatur, welche zwischen 240—250° liegt, erzielt; wird alsdann dieser rothe Phosphor bis auf 260° erhitzt, so verwandelt er sich wieder in den gewöhnlichen Phosphor. Er stellt ein glänzendes, dunkelcarmoisinrothes Pulver oder feste zerbrechliche Stücke von muscheligem Bruche dar und besitzt alle Nüançen vom Carminroth bis zum Dunkelrothbraun. An der Luft ist er bei weitem unveränderlicher als der gewöhnliche Phosphor, weshalb er sich auch in Kisten verpacken lässt. Mit der Zeit oxydirt er sich aber und reagirt sauer; er leuchtet nicht bei gewöhnlicher Temperatur; an der Luft lässt er sich auch nicht durch Reiben oder Stossen entzünden; erst bei 260° entzündet er sich; durch Zusatz von chlorsaurem Kalium kann ihm aber eine leichte Entzündlichkeit ertheilt werden. Auch Chromsäure, Kaliumbichromat, salpeters. Blei, Mennige und Bleisuperoxyd entzünden ihn, wenn diese Körper trocken mit ihm zusammengerieben werden.

In Schwefelkohlenstoff, Steinöl und Aether ist er unlöslich, nur in siedendem Terpentinöl löst er sich und scheidet sich als gewöhnlicher Phosphor aus. Wegen seiner grössern Beständigkeit dem atmosphärischen Sauerstoff gegenüber, sowie wegen seiner Gefahrlosigkeit wird er jetzt immer mehr zur Fabrication der Zündhölzer benutzt.[7])

Darstellung des rothen Phosphors. Das Schmelzen des gewöhnlichen Phosphors behufs Darstellung des rothen geschieht in einem Apparat, welcher aus einem sogen. Doppelbad und dem Digestor (Fig. 31.) besteht; letzterer dient zur Aufnahme des Phosphors, ersteres enthält 2 Kessel, von denen einer ca. 6—8 Zoll weiter als der zweite ist und oben einen Ring hat, in welchem der zweite Kessel befestigt werden kann. Der grössere Kessel wird mit flüssigem Blei gefüllt, welches den Zwischenraum zwischen beiden Kesseln ausfüllt; der zweite Kessel, welcher zur Aufnahme des Paraffinbades dient, umfasst den sog.

Fig. 31.



Digestor, welcher entweder aus emaillirtem Eisen, Porzellan oder Glas besteht und ebenfalls durch einen Ring im Paraffinbad schwebend erhalten wird; die ganze Vorrichtung wird direct über einer Feuerung erhitzt.

Der Digestor ist mit einer luftdicht schliessenden Metallhaube (*b*) versehen, welche durch ein kupfernes Rohr (*c*) mit dem Zwischengefäss (*d*) verbunden ist. Der Digestor ist ferner mit einem Thermometer versehen, welches durch die Metallhaube in den flüssigen Phosphor mündet: ebenso befindet sich im Blei- und Paraffinbad ein Thermometer. Es hat sich jedoch als nothwendig herausgestellt, dass man sämmtliche Thermometer mit sog. Schutzröhren umgeben muss, welche beim Erkalten der verschiedenen Substanzen ein Zertrümmern der Thermometer durch die Zusammenziehung verhüten. Die beiden Bäder sind mit kupfernen Schutzröhren versehen, während der Digestor ein Schutzrohr von Porzellan oder Glas hat.[8])

Das Zwischengefäss ist nach dem System der *Woulf*'schen Flaschen aus Steingut oder Kupfer construirt. Aus demselben mündet ein kupfernes, doppelt gebogenes Rohr (*f*), das mit einem 30—32 Zoll Rhein. langen Glasrohr (Barometerrohr) luftdicht verbunden ist. Letzteres mündet in einen Glascylinder, welcher ca. 2 Zoll hoch mit Quecksilber und 4—6 Zoll hoch mit Wasser gefüllt ist: die sich entwickelnden Gase durchstreichen, nachdem sie das Quecksilber passirt haben, die Wassersäule und gelangen alsdann in den obern Theil des Cylinders, welcher mit einem Metallmantel umgeben ist, an dessen Decke ein Rohr in den Kamin führt.

Der durch diese Vorrichtung sich entwickelnde Luftstrom nimmt die bei dieser Operation sich entwickelnden giftigen Gase, selbstentzündliches, nicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas, Arsenwasserstoff und Phosphordampf resp. ihre Verbrennungsproducte, Phosphorsäureanhydrid und Arsenigsäureanhydrid auf und führt sie sofort in den Kamin.

Es kommen hier fast alle bei der Phosphorfabrication auftretenden Gase und Dämpfe vor, mit Ausnahme von Kohlenoxyd und Kohlensäure, weshalb hier die erwähnten Schutzmassregeln für die Arbeiter dringend geboten sind, wenn man ernstliche Gefährdungen derselben vermeiden will. Durch das hier vorherrschende selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas gelangen zwar die übrigen Gase und Dämpfe zur Verbrennung, aber auch die Verbrennungsproducte verdienen wegen ihrer giftigen Eigenschaft die grösste Beachtung.

Ein wichtiger Process ist auch noch die Reinigung des amorphen Phosphors von dem ihm anhängenden unveränderten krystallinischen Phosphor.

Die älteste Methode besteht darin, dass man den fein geriebenen und noch feuchten Phosphor in dünnen Schichten auf flache Eisen- oder Bleitröge, welche durch ein Wasser- oder Sandbad u. s. w. erwärmt werden, bringt. Unter fortwährendem Umrühren des Phosphors wird die Temperatur allmählig erhöht, bis im Dunkeln keine leuchtenden Dämpfe mehr sichtbar sind. Bei dieser Methode sind die Arbeiter nicht bloss der Vergiftung, sondern auch der Verbrennung ausgesetzt, weshalb sie gänzlich zu verwerfen ist. Die sicherste und unschädlichste Methode besteht im Ausziehen des Phosphors mittelst Schwefelkohlenstoffs nach der oben angegebenen Weise.

Zu erwähnen ist hier noch eine andere allotrope Modification des Phosphors, welche *Hittorf* dadurch erhielt, dass er amorphen Phosphor mit Blei in einer evacuirten Glasröhre der Glühhitze aussetzte. Er nennt diese Modification die „metallische krystallisirte“, da sie in metallglänzenden, schwarzen Krystallblättchen auftritt.

Verwendung des weissen Phosphors und die betreffenden sanitären Massregeln. Die reducirende Wirkung des Phosphors auf die Lösungen schwerer Metalloxyde hat man in der Galvanoplastik benutzt, um nicht-leitende Oberflächen, z. B.

Formen von Stearin u. s. w., mit einem Metall zu überziehen. Zu diesem Zwecke bringt man auf die betreffende Oberfläche eine Auflösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff und, wenn diese verdunstet ist, eine sehr verdünnte Lösung von Argent. nitric. oder Chlorgold, worauf nach kurzer Zeit eine feine und glänzende Silber- oder Golddecke zu Tage tritt, auf die man das durch den galvanischen Strom ausgeschiedene Kupfer überträgt. Neuerdings zieht man für diese Fabrication fast überall den Phosphorwasserstoff und die unterphosphorigsauren Salze vor.

Bei Anfertigung von Chemicalien, z. B. von Jod-, Bromwasserstoff, Jodamyl, Jodäthyl u. s. w., findet Phosphor eine ausgedehnte Anwendung; Phosphor wird auch gewissen Metallen, namentlich Blei, Kupfer, Zink, Nickel und ähnlichen Mischungen zugeschmolzen, um denselben eine besondere Zähigkeit und Festigkeit zu verleihen; hauptsächlich geschieht dies bei den kupfernen Zapfenlagern. Allgemein ist die Verwendung von Phosphor als Rattengift und zur Fabrication von Reibzündhölzchen und Zündmassen; letztere hat sich zu einem der grossartigsten Fabrikzweige ausgedehnt.

Fabrication der Phosphorstreichhölzer. Bei der Geschichte der Feuerzeuge lassen sich die physicalischen Methoden (durch Reibung von Holz auf Holz oder von Stahl und Stein, durch Compression von Luft und durch Hohlspiegel), und die chemischen Methoden (durch Entzündung von Wasserstoff mittels des elektrischen Funkens oder des Platinschwamms, durch Verbindung von Kaliumchlorat mit Schwefelsäure und durch Phosphor) unterscheiden. Stahl und Stein waren schon im 14. Jahrhundert bekannt, wurden aber durch die chemischen Feuerzeuge verdrängt; das Tunkfeuerzeug wurde dagegen erst seit der Entdeckung des Kunsthobels durch Weilhofer in Wien allgemeiner. Die ersten Phosphorstreichhölzer sind von Römer und Preshel 1832 in Wien angefertigt worden; ihr eigentlicher Erfinder ist unbekannt geblieben.

Die mit der Anfertigung dieses Feuerzeuges verbundene Gefahr für die Arbeiter, sowie die dem Publicum zur freien Verfügung gestellte giftige Substanz haben stets eine Reaction gegen diese an Bequemlichkeit alle andern Feuerzeuge übertreffenden Streichhölzer hervorgerufen. Obgleich der amorphe Phosphor dem gewöhnlichen Phosphor starke Concurrenz gemacht hat, so ist doch der Verbrauch der aus letzterm angefertigten Feuerzeuge nach wie vor ein sehr bedeutender. Man hat berechnet, dass in Frankreich auf jeden Einwohner 5 Zündhölzer kommen und täglich 180 Millionen Stück verbraucht werden; dort hat gegenwärtig die „Compagnie générale des allumettes chimiques“ diese gesammte Industrie in die Hand genommen.

Es ist bemerkenswerth, dass diese ganze Fabrication schon 10 Jahre lang im Grossen betrieben worden war, ehe man auf die nachtheiligen Folgen derselben, die Kiefernekrose, aufmerksam wurde. Vielleicht ist man anfangs vorsichtiger gewesen, bis man später, durch die beständige Manipulation mit Phosphor kühner geworden, die nöthigen Schutzmassregeln vernachlässigte. Jedenfalls ist die Krankheit viel häufiger in grossen Fabriken vorgekommen als bei der mehr häuslichen Fabrication; es ist möglich, dass die Ursache dieser Thatsache in der grössern Quantität von Phosphor, welche dort zur Verarbeitung resp. Verdunstung gelangt, liegt. Wenn schon beim gewöhnlichen Liegen des Phosphors in grössern Stücken an der Luft sich Phosphordampf bildet, so ist leicht einzusehen, dass sich mit der Vermehrung der Oberfläche z. B. beim Verreiben und Zertheilen des Phosphors, die Menge dieses Dampfes vermehren muss.

Wie schon erwähnt worden, enthält der Phosphordampf Phosphor und sein Oxydationsproduct. Von der Gegenwart der phosphorigen resp. Phosphorsäure und des Phosphors kann man sich überzeugen, wenn man den Dampf durch eine Silbernitratlösung aspirirt. Es kann alsdann eine Zersetzung dieses Salzes unter Ausschei-

dung von metallischem Silber und Phosphorsilber stattfinden. Die Ausscheidung des metallischen Silbers ist die Wirkung der phosphorigen Säure auf das Silbersalz, während durch den vorhandenen freien Phosphor gleichzeitig Phosphorsilber gebildet wird; in der sauren Lösung findet man dann gleichzeitig Phosphorsäure.

Leitet man den Phosphordampf durch eine siedende Lösung von Kupfersalzen, so werden diese durch blossen Phosphor reducirt: die Lösung wird alsdann getrübt und es scheidet sich ein rother krystallinischer Körper, chemisch reines Kupfer, aus, da die Kupfersalze von den niedern Oxydationsstufen des Phosphors nicht reducirt werden, wenigstens nicht in der Weise, dass sich metallisches Kupfer ausscheidet: dagegen ist der freie Phosphor ein kräftiges Reductionsmittel für Kupfersalze.

Eine andere Methode besteht darin, dass man den Phosphordampf zuerst Kalkmilch, Barytwasser oder verdünntes Aetzkali passiren lässt, um die etwa vorhandene Phosphorsäure an diese Basen zu binden. Wird der so behandelte Dampf alsdann durch eine enge und glühend gehaltene Glasröhre getrieben, so sieht man im Dunkeln ein eigenthümliches Leuchten an der erhitzten Stelle. Hier schlägt sich ein Ring von Phosphorsäure nieder, den man mit Wasser auswäscht und mit molybdänsaurem Ammonium behandelt, welches bekanntlich das empfindlichste Reagens auf Phosphorsäure ist.

Bei der Fabrication der Reibhölzer hat man vorzugsweise diejenigen Manipulationen zu berücksichtigen, mit denen eine Verdampfung des Phosphors nothwendig verbunden ist. Die wichtigsten Manipulationen sind folgende:

1) Das sogenannte **Stecken**, d. h. das **Einschichten der Hölzchen in viereckige Rahmen.** Wir übergehen hier die verschiedenen Schneide- und Hobelmaschinen zur Bearbeitung des Holzes und bemerken noch, dass auch das Stecken meistens mittels Maschinen bewirkt wird. In sanitärer Beziehung ist nur zu beachten, dass die bezüglichen Manipulationen in Räumen vorgenommen werden müssen, die von denjenigen ganz getrennt sind, in welchen das Schwefeln und die Bereitung der Zündmasse stattfindet.

2) Das **Schwefeln** oder das **Eintauchen der Hölzchen in geschmolzenen Schwefel.** Statt Schwefel gebraucht man auch Stearin, Wachs, Paraffin u. s. w.; dem Stearin setzt man meistens Colophonium zu.

Das Schmelzen des Schwefels wird in flachen eisernen Pfannen vorgenommen, welche aus zwei Abtheilungen bestehen, von denen die eine viel tiefer liegt und als eigentliche Schmelzpfanne dient, während die andere so flach ist, dass die Hölzchen nur bis auf eine bestimmte Tiefe eingetunkt werden können. Es ist wegen der Feuersgefahr zweckmässig, dass die Feuerung ausserhalb des Fabrikraums angebracht wird; sonst ist diese Manipulation ganz gefahrlos, da der Schwefel bei niederer Temperatur geschmolzen wird, nachtheilige Dämpfe sich daher nicht entwickeln können.

Bisweilen geht dem Eintauchen in Schwefel ein Vorwärmen der Hölzer voraus, wobei sich zwar ein ungefährlicher, aber doch die Augen reizender Holzrauch entwickelt, für dessen Abzug man deshalb zu sorgen hat.

Früher liess man auf das Schwefeln das Zertheilen des Phosphors folgen, welches mittels Urins geschah, den man mit Phosphor in einer Schale bei einer Temperatur von 18° R. verrieb. Den Phosphorbrei füllte man in doppelte Leinwandbeutel und hing dieselben in mit Wasser gefüllte Fässer so auf, dass sie vom Wasser bedeckt waren, um den Urin wieder austreten zu lassen: die betreffenden Wässer waren sehr beachtenswerth, da sie Phosphor und phosphorige Säure enthielten.

3) Die **Bereitung der Zündmasse.** Die Zündmasse besteht aus einem Gemenge von Phosphor, sauerstoffhaltigen Substanzen, Binde- und Färbemitteln. Als den Sauerstoff leicht abgebende Körper benutzt man Braunstein, nicht gern Kaliumchlorat, weil es Spritzer macht, sondern hauptsächlich ein Gemenge von Bleisuperoxyd und Bleinitrat, welches in den Fabriken gewöhnlich aus Minium und Salpetersäure bereitet wird.

Es sind hierbei selbstverständlich die nothwendigen Vorsichtsmassregeln zu beachten, namentlich wenn man das Gemenge nicht sofort zu der schon fertigen Phosphorgummilösung setzt, weil es alsdann getrocknet und fein gemahlen werden muss, ehe es als Zusatz zur Phosphorlösung benutzt werden kann. Um diesen gefährlichen

Staub zu vermeiden und den Arbeitern nicht noch Gelegenheit zu Bleiintoxicationen zu geben, sollte man aus sanitären Rücksichten stets das erwähnte Gemenge nur als steifen, gleichmässigen Brei benutzen.

Als Färbemittel gebraucht man vielfach Englischroth, Zinnober, Kienruss, Kokspulver, Ultramarin oder auch mit Anilin gefärbte Lacke. Bezüglich der letztern ist zu bemerken, dass man häufig die Farben geringerer Qualität, namentlich die bei der Anilinfabrication abfallenden arsenhaltigen Farbenrückstände benutzt; es ist dies kein gleichgültiger Umstand und sollte derselbe polizeilicherseits mehr überwacht werden. In einigen Fabriken wird auch noch Schwefeleisen zugesetzt.

Unter den Bindemitteln ist Leim ganz zu verwerfen, weil die Leimmasse nur warm verarbeitet werden kann, wodurch die Verdampfung des Phosphors befördert werden muss. Eine Circularverfügung der Ministerien für Handel, Gewerbe und für Medicinal-Angelegenheiten vom 29. October 1857 verbietet deshalb auch mit Recht die Verwendung einer Leimlösung. Gummi und Dextrin werden gegenwärtig allgemein benutzt.

In sanitärer Beziehung ist der Act am wichtigsten, wenn der Phosphor in die siedend heisse Gummilösung geworfen wird, weil hierbei leicht eine Entzündung des Phosphors eintreten kann. Es wird so lange umgerührt, bis die Masse ganz gleichförmig und hinreichend kühl geworden ist; erst dann werden unter erneutem Umrühren die Bleipräparate und Färbemittel zugesetzt. In vielen Fabriken lässt man die Masse noch 6—8 Stunden stehen, ehe man sie verarbeitet, wobei dann ein nochmaliges Umrühren stattfinden muss.

Der Phosphorgehalt der Zündmasse darf nur 6—7% betragen; Sätze von 10, 15 und 17% sollten gänzlich verboten werden, da hierdurch die Gefahr für die Arbeiter unnöthig gesteigert wird. Die Sorge für die Verminderung des Phosphordampfes ist ebenso wichtig wie die Bemühung, den vorhandenen wegzuschaffen.

Die sorgfältigsten Schutzmassregeln sind anzuordnen, wenn das Umrühren der Zündmasse in offenen emaillirten Töpfen vorgenommen wird; dasselbe darf nur unter einem gut ziehenden Rauchfange geschehen, welcher mit seinem untern Ende mit einem, auf einem Herd angebrachten, Glaskasten in Verbindung steht. Die Vorderseite des letztern reicht so weit herab, dass der Arbeiter bequem seine Hände gebrauchen kann, um die Masse in dem Gefässe umzurühren, eine Einrichtung, die jedoch nur in kleinen Fabriken ausreichen würde.

Bei weitem vorzuziehen ist das Mischen in einem geschlossenen Rührapparate, der aus einem über der Feuerung eingemauerten Kessel besteht, in welchem ein zweiter mit einem gut schliessenden Deckel versehener emaillirter Kessel sitzt. Eine hölzerne Rührschaufel steht mit einer Kurbel in Verbindung. Durch eine besondere, später mittels eines Keils zu verschliessende Oeffnung wird der Phosphor eingetragen, während sich an der Seite ein Rohransatz befindet, der mittels eines Kautschukrohrs die sich entwickelnden Dämpfe in den Schornstein leitet, so dass während des Kochens der Masse im Wasserbade und des Umrührens gar kein Phosphordampf in den Fabrikraum austritt. Die erkaltete Masse wird nach Entfernung des Deckels mit dem Rührwerk ausgegossen, nachdem derselben die Bleipräparate u. s. w. zugesetzt worden sind.

Bei Nichtbeachtung der nothwendigen Vorsichtsmassregeln muss sich grade bei diesem Acte am meisten Phosphordampf entwickeln; er ist dann leicht mittels der Aspiration nach der oben angegebenen Methode nachzuweisen.[9])

4) **Das Tunken der geschwefelten Hölzer in die Zündmasse.** Man pflegt die Zündmasse auf einer Marmorplatte oder in einer eisernen Pfanne mittels eines hölzernen Lineals möglichst in gleicher Dicke aufzustreichen und die Rahmen mit den Enden der Hölzer auf dieselbe zu drücken; letztere gelangen alsdann sofort in die Trockenkammer. Die gewöhnlichen Hölzer werden nur einmal getunkt, die sogen. Salonhölzer zweimal, nachdem der Kopf nach dem ersten Tunken nur so schwach getrocknet worden ist, dass er keine trockne Kruste bildet.

Man kann beim Tunken eine ähnliche Vorrichtung wie bei der Bereitung der Zündmasse treffen oder vielmehr die Arbeit in einem mit dem Schornstein durch einen Canal in directer Verbindung stehenden Gewölbe vornehmen (s. d. Anm. S. 271).

Da der Phosphordampf wegen seiner specifischen Schwere mehr zu Boden

fällt, so ist stets die Absaugung der Luft mittels eines Aspirators oder mechanischen Exhaustors vorzuziehen, dessen Ausgangsstelle nah den Arbeitsplätzen angebracht ist. Welche specielle Anordnung zu treffen ist, muss sich nach den localen Verhältnissen und dem Umfange des Betriebes richten; Vorsichtsmassregeln dieser Art sind aber bei diesem Acte unentbehrlich und um so nothwendiger, als die sogen. Tunkmaschinen noch wenig Eingang gefunden haben.

Die von *Jettel* beschriebene Tunkmaschine besteht aus zwei sechseckigen Trommeln, über welche eine endlose Gliederkette geht, deren obere Glieder über einen Trog geführt werden, in welchem sich zwei Walzen bewegen, von denen die grössere cannelirte die eigentliche Tunkwalze vorstellt, die von der kleinern Walze mit Phosphorbrei versehen wird. Wird der Rahmen auf die Kette gelegt, so werden die Hölzchen durch den Druck von zwei Rollen bis zu einer bestimmten Tiefe in den auf der Walze haftenden Phosphorbrei getaucht. In sanitärer Beziehung ist dabei wichtig, dass sich über dem Troge ein Glaskasten befindet, welcher zwei schmale Oeffnungen für den Ein- und Austritt der Kette enthält und dessen obere Oeffnung mit einer gut ziehenden Esse in Verbindung steht.[10])

5) **Das Trocknen der Zündhölzer.** Man trocknet die Hölzer in kastenähnlichen Kammern oder in grossen Trockenstuben und zwar mittels Luftheizung; am besten sind massiv gebaute, nicht zu grosse Kammern. Die Heizkammer liegt im Keller, von der aus die heisse Luft mittels Canäle oder Röhren in die Trockenkammern geleitet wird; ihre Temperatur beträgt 26—32° C. Jeder Kammer muss aber der Heizcanal direct von der Heizkammer aus zugeführt werden; selbstverständlich dienen Schieber oder Klappen zur Regulirung der Temperatur sowie zum Abströmen der Kammerluft. Die durch das Trocknen entstehenden schädlichen Ausdünstungen betreffen ebenso sehr die Adjacenten wie die Arbeiter und verdienen daher eine Hauptberücksichtigung.

Die Trockenkammer kann zwischen dem Tunk- und Packlocal liegen, muss aber alsdann an den Stirnseiten zwei hermetisch zu verschliessende Thüren haben. Vom Gewölbe aus führen die Abzugsröhren in ein Hauptrohr, welches ausserhalb der Kammer liegt und direct in den Schornstein führt, der für die Heizung des Trockenofens dient.

Auf diese Weise wird der Phosphordampf durch die heissen Verbrennungsgase des Trockenofens hinreichend verdünnt, theilweise oxydirt und jedenfalls für die Adjacenten unschädlich gemacht, was nicht der Fall ist, wenn man die Trockenkammerluft durch einfache Schlote direct in die Atmosphäre abführt.

Zweckmässig ist es, in jeder Kammerthür erstlich ein Fenster anzubringen, um mittels eines Thermometers die Temperatur im Innern der Kammern zu beobachten, und zweitens über dem Boden einen Ausschnitt mit Blechschieber (etwa 12 Zoll im Quadrat) herzustellen. Letztere Einrichtung ist schon bei den Schwefelkammern (s. S. 140) erwähnt worden und wird benutzt, um nach bendiegter Trocknung die Luft in den Kammern abzukühlen und alle Dämpfe kräftiger in die Esse zu treiben, nachdem das Rohr für die warme Luft abgesperrt worden ist. Sollte in irgend einer Weise Brand entstehen, so sind alle Röhren und Schieber zu schliessen, um den Brand zu ersticken, weil schon die beim Verbrennen von Schwefel entstehende schweflige Säure den in der Kammer vorhandenen Sauerstoff bald absorbiren wird.

6) **Das Ausnehmen der Hölzer.** Sobald die Rahmen aus dem Trockenraum kommen, werden die Hölzer auf das sog. Mensurblech gebracht, welches aus einzelnen Abtheilungen besteht, die grade so viele Hölzchen fassen, wie ein gewöhnliches Holzdöschen u. s. w. aufnehmen kann.[11])

Gegenwärtig wird das Ausleeren der Rahmen mittels sinnreich construirter Maschinen ausgeführt und dadurch sehr viel an Zeit gespart.

Die Verpackung geschieht in Papier, Patronen, geleimten Kapseln oder in Holz und Span. Die Döschen oder Schachteln werden entweder sofort in Colli verpackt oder, wenn sie aufgespeichert werden sollen, in Kisten untergebracht, um sie vor der

atmosphärischen Luft zu schützen; solche Vorräthe dürfen nur auf Speichern oder in luftigen Räumen lagern. Auch in Verkaufsläden müssen trockne, geschlossene und von den übrigen Waaren separirte Behälter benutzt werden.

Die schon erwähnte Ministerial-Verordnung schreibt für die eigentlichen Arbeitsräume eine Höhe von 15 Fuss vor; sie müssen auch gewölbt sein und dürfen mit andern Geschäftsräumen nicht in Verbindung stehen. In einem grossen Raume soll das Einsetzen der Hölzer geschehen, in dem kleinern gewölbten soll der hintere Theil zum Trockenraum eingerichtet und der vordere zum Schmelzen des Schwefels und zum Eintauchen in die Zündmasse benutzt werden, falls zur Zeit, wenn diese Operationen ausgeführt werden, zum Trocknen nichts ausliegt; sonst soll für das Eintauchen in Schwefel und in die Zündmasse ein besonderer Raum angelegt werden.*) Der Schornstein soll 30 Fuss hoch sein resp. die benachbarten Gebäude um 5 Fuss überragen.**)

Die Arbeiter müssen einen besondern Anzug für die Fabrik haben und dürfen in den Arbeitsräumen weder essen noch trinken; auch ein sorgfältiges Reinigen der Hände und häufiges Ausspülen des Mundes sind sehr zu empfehlen.

Ebenso ist das Reinigen der Räume von allen Abfällen nicht zu versäumen, wie überhaupt Reinlichkeit in jeder Beziehung nicht genug anzurathen ist. Der Inhaber der Fabrik wird verpflichtet, ein Buch über den Wechsel und den Verbleib der Arbeiter zu führen, auch ihren Gesundheitszustand durch einen Arzt überwachen zu lassen.[12])

Der Arzt hat vorzugsweise auf cariöse Zähne, auf blossgelegte Zahnhälse, auf Geschwüre am Zahnfleische, auf Zahnwurzeln, besonders auf Zahnfleischfisteln zu achten und die Wiederaufnahme der Arbeit nicht eher zu gestatten, als bis die verschiedenen Krankheiten der Mundhöhle geheilt, die Zahnwurzeln entfernt oder cariöse Zähne plombirt worden sind.

Wichtig ist auch ein Wechsel der Arbeit, damit nicht ein und derselbe Arbeiter sich bloss mit der Präparation der Zündmasse oder mit dem Eintauchen der Hölzer in dieselbe beschäftige und auf diese Weise gerade den gefährlichsten Einflüssen beständig ausgesetzt bleibe.

Man hat das Terpentinöl als Antidot des Phosphor auch in den Reibhölzerfabriken eingeführt und auf den Rath von Letheby die Arbeiter mit Terpentinöl gefüllte Blechkapseln auf der Brust tragen lassen, damit das ozonisirte Terpentinöl dem Phosphor den Sauerstoff zur Oxydation liefert.[13]) Man hat hierbei nur zu berücksichtigen, dass auch die Verdampfung des Terpentinöls auf manche Menschen nachtheilig einwirkt (s. Terpentinöl). In solchem Falle dürfte die Wirkung der Kupfersalze dem Phosphor gegenüber wohl zu berücksichtigen sein; auf eine Auflösung von Phosphor in fetten Oelen wirkt eine wässrige Lösung von Kupfervitriol sofort ein, indem sich Phosphorkupfer neben metallischem Kupfer niederschlägt. Da ferner die Kohle ein mächtiges Absorbens für Phosphordampf ist, so würde sich eine mit Kohle gemengte wässrige Lösung von Kupfervitriol ganz vorzüglich als Antidot eignen, wenn man in dieselbe kleine Schwämme oder Bäuschchen von Watte

*) Besondere Trockenräume dürften unter allen Umständen zu erfordern sein.

**) Jedenfalls müssen in den Schornstein die Heizungen des Schwefel-, Stearinschmelz- und Holzröstofens münden, um einen kräftigen Zug zu etabliren. Die Feuerungsgase müssen durch ein besonderes Rohr im Schornstein abgeleitet werden, um Oeffnungen in demselben zum Absaugen der Gase aus den Fabrikräumen anbringen zu können. Bei einem grossen Betriebe empfiehlt sich die Seite 198 beschriebene Saugkammer.

tauchte, schwach ausdrückte und vor einer, bloss den Mund und die Nase bedeckenden Maske von Kupferdraht in geeigneter Weise applicirte.[14])

Die Annahme, dass beim Verdampfen des Phosphors, wenn derselbe arsenhaltig ist, auch ein Verflüchtigen dieses Körpers stattfinde, ist nicht begründet.[15]) Dagegen ist die Entwicklung von Schwefelwasserstoff bei einem Gehalt des Phosphors an Schwefel oder nach einem Zusatze von schwefelhaltigen Substanzen zum Phosphorbrei nicht zu bestreiten, obgleich in den meisten Fällen die Menge dieses Gases unerheblich sein wird.

Um allen Gefahren gründlich vorzubeugen, ist der Vorschlag von Jettel sehr zu beachten, welcher es für ausreichend hält, wenn bei Ertheilung der Concession ein Maximalquantum des Phosphorgebrauchs pro Woche nach Massgabe der Anzahl und Leistungsfähigkeit der Einlegemaschinen und der Capacität der Trockenstuben festgesetzt und dabei jeder Fabricant verpflichtet würde, die an Phosphorkrankheiten leidenden Arbeiter auf seine Kosten curiren zu lassen und während ihrer Arbeitsunfähigkeit auch zu erhalten.

Sicherheitszündmasse. Unter Sicherheits- oder schwedischen Zündhölzern versteht man bekanntlich solche, zu deren Fabrication der amorphe Phosphor benutzt wird. Obgleich hierdurch der gewöhnliche giftige Phosphor verdrängt werden kann, so verdienen diese Zündhölzer doch nicht den Namen „giftfrei“, weil die Zündmasse immerhin das gefährliche Kaliumbichromat oder Mennige neben Schwefelantimon, Schwefelkies, Goldschwefel u. s. w. enthält.*)

Der Hauptbestandtheil bleibt chlorsaures Kalium, dessen Menge 40 bis 90% beträgt; die Menge der andern Sauerstoff abgebenden Salze (Kaliumbichromat, Mennige, Braunstein) variirt ebenfalls sehr, entspricht aber meistens der des Kaliumchlorats. Ein dritter wesentlicher Bestandtheil ist der Schwefel, welcher meistens durch ein Schwefelmetall vertreten wird. Andere die Explosion verlangsamende Zusätze sind Glaspulver, Sand, Umbra u. s. w.; das Verdickungsmittel ist Gummi oder Dextrin.

Die Reibfläche der Schachteln besteht meist aus amorphem Phosphor, Grauspiessglanz, Schwefelkies, Braunstein und Glas.[16])

Die Materialien müssen mit Ausnahme von amorphem Phosphor in feingepulvertem und geschlemmtem Zustande benutzt werden: gewöhnlich gebraucht man zum Zerkleinern Rollfässer. Selbstverständlich muss Kaliumchlorat (s. dieses S. 133) für sich allein dieser Behandlung unterworfen werden, weil sonst heftige Explosionen unvermeidlich sein würden. Der an der Seite des Fasses angebrachte Deckel muss für den Fall einer Explosion jedenfalls zur Hälfte aus einem mit starkem Papier überzogenen Rahmen bestehen, um alsdann den Austritt der Gase zu ermöglichen: das betreffende Fass wird mit der entsprechenden Menge Broncekugeln gefüllt. Schwefelkies, Braunstein und Grauspiessglanz werden in eisernen Mörsern gestampft, gesiebt und mittels übereinanderstehender Bottiche geschlemmt. Kaliumbichromat, Schwefel und Umbra lassen sich in hölzernen Trommeln pulverisiren.

Die Bestimmungen über die Einrichtung und den Betrieb der Phosphorzündhölzchen-Fabriken finden nach einer Verfügung der Ministerien für Handel und der u. s. w. Medicinal-Angelegenheiten vom 19. Januar 1872 keine Anwendung auf diejenigen Fabriken, in welchen ausschliesslich rother Phosphor zur Darstellung der sogen. schwedischen Zündhölzchen verarbeitet wird.

---

*) Die Composition ist sehr verschieden und wird von den Fabricanten geheim gehalten: die grossartige Fabrik zu Jönköping gestattet z. B. Niemanden den Zutritt. Häufig besteht die Zündmasse aus 400 Th. Kaliumchlorat, 400 Th. Mennige, 300 Th. Schwefelantimon, 150 Th. Kaliumbichromat und 67 Th. Gummi arabicum.

Da Einrichtung und Betrieb dieser Fabriken unter den § 16 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni 1869 fallen und demnach das Concessionsverfahren Gelegenheit bietet, die in feuerpolizeilicher Hinsicht erforderlichen Einrichtungen durch die Concessions-Bedingungen zu sichern, so ist im Allgemeinen nur zu bemerken, dass zur Aufbewahrung der zur Verwendung gelangenden Materialien: amorpher Phosphor, Kaliumchlorat, Schwefelantimon u. s. w., nur feuersichere, von den Arbeitslocalen gesonderte Räume benutzt werden dürfen. Das Kaliumchlorat ist von den übrigen Materialien separirt aufzubewahren und die Anfertigung der Zündmassen in einem besondern Locale vorzunehmen.[17])

Die schwedischen Streichzündhölzchen werden vorzugsweise aus der Silberpappel angefertigt; ihre erste Behandlung besteht gewöhnlich in Paraffinirung; zu diesem Zwecke werden ihre Enden in eine Auflösung von Paraffin in flüchtigem Photogenöl oder in an und für sich schon genügend paraffinhaltiges Photogen eingetaucht; dann folgt Trocknung und Eintauchen in die Zündmasse.

In Deutschland ist ein Gemenge von unterschwefligsaurem Blei, chlorsaurem Kalium, Grauspiessglanz und Kaliumbichromat als Zündmasse gebräuchlich; pikrinsaures Kalium wird selten zugesetzt.

Bei der Präparation wird Gummi mit dem Bleisalz stundenlang gekocht und dann das mit Wasser angerührte Kaliumchlorat zugesetzt; es muss bis zum Erkalten umgerührt werden, um eine gleichmässige Mischung zu erhalten.

Zum Lackiren der Zündhölzer gebraucht man eine Lösung von Schellack und Colophonium in Spiritus, welcher man die betreffenden Farben zusetzt, um bunte Köpfe zu erhalten.

Das Metallisiren der Zündhölzer wird durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff erzeugt, welches man in den Trockenkammern in Steingutschalen mittels Schwefeleisen und Schwefelsäure entwickelt.

Zu diesem Zwecke müssen die schon getrockneten Hölzer in eine schwache Gummilösung getaucht und mit den Köpfen nach aufwärts placirt werden; das ganze Verfahren ist eigentlich zwecklos, da die Hölzer hierdurch nicht vor Feuchtigkeit geschützt werden.

Die Gasentwicklung dauert bei vollständig verschlossenen Kammern nur circa 5 Minuten und hat man alsdann mit Benutzung des Blechschiebers in der Thür für eine reichliche Durchströmung der frischen Luft Sorge zu tragen.

Phosphorfreie Zündhölzer. Die Fabrication derselben hat noch nicht das erwünschte Ziel erreicht und bietet insofern grosse Schwierigkeit dar, als die dazu erforderlichen chemischen Präparate höchst fein pulverisirt werden müssen. Das hierzu in Frankreich benutzte pikrinsaure Kalium hat schon zu furchtbaren Explosionen Anlass gegeben und dadurch vor weiterer Verwendung abgeschreckt.[18])

Phosphor und Wasserstoff.

Phosphorwasserstoff. Man unterscheidet 1) den dem Ammoniak entsprechenden gasförmigen Phosphorwasserstoff PH_3. Derselbe kommt in der Natur nicht fertig gebildet vor, bildet sich aber beim Kochen von gewöhnlichem Phosphor mit concentrirter Aetzkalilösung. Gleichzeitig entsteht unterphosphorigsaures und phosphorsaures Kalium neben freiem Wasserstoff:

$$2P + 4KHO + 2H_2O = KH_2PO_2 + K_3PO_4 + PH_3 + 3H$$

In reichlicher Menge erhält man das Gas durch Zersetzung von Phosphorcalcium mittels Wassers oder Salzsäure:

$$Ca_3P_2 + 6HCl = 3CaCl_2 + 2PH_3.$$

Das Gas ist farblos, riecht nach Knoblauch oder faulen Fischen, ist in Wasser unlöslich, in Alkohol und Aether leicht löslich und wegen eines geringen Gehaltes an flüssigem Phosphorwasserstoff selbstentzündlich; Chlor zersetzt es zu Chlorphosphor und Salzsäure:

$$PH_3 + 6Cl = PCl_3 + 3HCl.$$

2) Flüssiger Phosphorwasserstoff P_2H_4 entsteht, wenn man selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff durch eine Uförmig gekrümmte und in einer Kältemischung stehende Röhre leitet.[19])

3) Fester Phosphorwasserstoff P_4H_2 entsteht als gelbes flockiges Pulver, wenn man Phosphorcalcium durch warme concentrirte Salzsäure zersetzt.

Einwirkung des nicht selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffs auf den thierischen Organismus. 1) Das Gas wurde in der Weise dargestellt, dass 95proc. fuselfreier Alkohol mit Kali causticum gesättigt und die concentrirte Lösung mit Phosphor in einem Kölbchen bis zum Sieden erhitzt wurde. Das sich entwickelnde Gas passirte einen gut abgekühlten Kolben und wurde mittels einer Röhre in eine graduirte Glocke geleitet. 5 C.-Z. reines Gas wurden mit 297 C.-Z. atmosphärischer Luft zusammengebracht; diese Mischung entsprach 1,683%. Als das Gas auf eine Taube, welche im Zinkkasten sass, einwirkte, entstanden alsbald grosse Unruhe, nach 3 M. beschwertes und sehr beschleunigtes Athmen, 50 Inspirationen binnen ½ M., nach 7 M. Bauchlage, Zittern des Körpers und weites Oeffnen des Schnabels, nach 8 M. Erbrechen, nach 9 M. verlangsamte Athmung, 17 Inspir. binnen ½ M., nach 12 M. convulsivisches Aufschlagen mit den Flügeln, nach 13 M. allgemeine Convulsionen und der Tod.

Section 12 Stunden hernach. Die Hirnhäute mässig injicirt; ein schmaler flüssiger Blutstreifen zog sich der Länge nach über die Mitte des grossen Gehirns; rund um die Med. oblong. war dickflüssiges dunkles Blut mit einem Stich in's Violette abgelagert. Unter der Schleimhaut der obern Hälfte des Kropfes lag ein Blutextravasat; Schleimhaut der Trachea blass, mit einzelnen Schleimfäden bedeckt; Lungen äusserlich und im Innern von einer schmutzig-braunrothen Farbe, auf den Durchschnittsflächen geronnene Bluttröpfchen; das ganze Herz ist mit geronnenem Blute angefüllt. Leber dunkelbraunroth und reich an dickflüssigem, dunkelrothem Blute, das sich an der Luft röthete und schwach sauer reagirte.

2) Bei einem zweiten Versuche mit einer Taube entzündete sich das Gas wegen des beigemengten flüssigen Phosphorwasserstoffs. Es traten keine auffallenden Symptome auf; nur verhielt sich die Taube ruhig, frass wenig und hatte eine beschleunigtere Respiration; nach 4 Tagen wurde sie todt gefunden.

Section 12 Stunden hernach. Die Hirnhäute, ganz besonders am Kleinhirn, sehr hyperämisch, dickflüssiges Blut umgibt die Med. oblong.; die Plex. venos. spin. mässig angefüllt; die Schleimhaut der Luftröhre und Bronchien schwach injicirt; auf ersterer zeigte sich stellenweise ein dünnes plastisches Exsudat. Lungen von ziemlich hellrother Farbe, wenig blutreich; auf den Durchschnittsflächen wenig geronnenes Blut; Herz und grössere Venen mit geronnenem Blute angefüllt. In der Leber dickflüssiges, geronnenes, schwach sauer reagirendes Blut.[20])

Phosphorwasserstoff zerlegt sich alsbald in phosphorige Säure und Wasser; 100 Gewichtstheile des Gases erfordern dazu von reinem Sauerstoff 140,26 und von atmosphärischer Luft 609,83 Gewichtstheile; der blosse Phosphor erfordert dazu nur 76,5 G.-Th. Sauerstoff oder 332,6 G.-Th. atmosphärische Luft. Der Phosphorwasserstoff bedarf somit zu seiner Oxydation weit mehr Sauerstoff als der Phosphor und zieht denselben überall, wo er mit ihm in Berührung kommt, begierig an. Die beschleunigte und erschwerte Respiration, welche sofort nach der Inhalation des Gases bei den Versuchsthieren entsteht, dürfte daher vorzugsweise auf die Sauerstoffentziehung zurückzuführen sein.

Auch bei Menschen hat man Dyspnoe mit einem peinlichen Angst- und Druckgefühl in der Brust beobachtet; es ist sogar der asphyktische Tod bei Einwirkung grosser Mengen dieses Gases nicht ausgeschlossen. Dass das Gas auch eine reizende Einwirkung auf die Schleimhaut ausübt, geht aus der reichlichen Speichelabsonderung hervor, welche sich namentlich bei Katzen zeigt. Das croupöse Exsudat auf der Luftröhrenschleimhaut der Taube (2. Versuch) könnte auf eine directe Einwirkung der phosphorigen Säure bezogen werden, weil sich ein Theil des Gases schon während des Versuchs entzündete.

Der Phosphorwasserstoff, welcher als solcher in das Blut gelangt, wird sich hier rasch zu phosphoriger Säure oxydiren, die alsdann einestheils wie jede andere Säure wirkt, anderntheils aber den Einfluss des Radicals nicht verkennen lässt; wirkt nämlich Phosphorwasserstoff längere Zeit in kleinern Mengen ein, so hat man eigenthümliche Affectionen der Nervencentren, namentlich

des Spinalnervensystems, beobachtet, welche nur auf die specifische Einwirkung des Phosphors bezogen werden können.[21])

In der Industrie tritt Phosphorwasserstoff vorzugsweise bei der Darstellung der unterphosphorigsauren Salze auf und ist deshalb hier die grösste Vorsicht nothwendig.

Phosphor und Halogene.

1) **Phosphortrichlorid** PCl_3 wird durch Ueberleiten eines Stromes von trockenem Chlorgas über etwas erwärmten überschüssigen Phosphor dargestellt und zwar als eine farblose, an der Luft rauchende Flüssigkeit; Wasser zerlegt sie in Salzsäure und phosphorige Säure:

$$PCl_3 + 3\,H_2O = 3\,HCl + PH_3O_3.$$

Dieser Körper findet in Laboratorien Verwendung.

Einwirkung von Phosphortrichlorid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt in der Glocke; sogleich nach dem ersten Kolbenstosse der Compressionspumpe, mit welcher die Dämpfe eingetrieben werden, entstehen grosse Unruhe und starkes Putzen der Augen, nach 2 M. Niederlegen, nach 3 M. 7 tiefe Inspir. und nach 5 M. Dyspnoe mit Oeffnen des Schnabels, Blinzeln und Ausfluss von Feuchtigkeit aus den Nasenöffnungen. Nach 8 M. nochmals ein schwacher Kolbenstoss, hierauf Würgen, Diarrhoe, Reiben der Augen, momentane Unruhe und vermehrter Nasenausfluss, nach 14 M. 8 angestrengte und beschwerliche Inspir. binnen $\frac{1}{4}$ M. Nach 15 M. Herausnahme der Taube; sie hat starkes Herzklopfen, geht und steht aber ohne Schwanken; nach 5 M. 7 weniger angestrengte Inspirationen bei heiserer Stimme; nach 10 M. läuft sie plötzlich umher und verfällt in leichte Convulsionen, auf welche nach 5 M. der Tod folgt.

Section 24 Stunden hernach. Von den Hirnhäuten nur die Pia mater stark injicirt, die Plex. venos. spin. mit schwarzem geronnenem Blute angefüllt, der Schnabel enthält eine wässrige Flüssigkeit, das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea ist blutig infiltrirt, Trachealschleimhaut schwach injicirt und mit wenig schleimiger Flüssigkeit bedeckt; an der Bifurcation stärkere Injection. Beide Lungen von schwärzlich-braunrother Farbe, auf den Schnittflächen dunkles flüssiges Blut; Parenchym schmutzigroth und links etwas fester als rechts. Beide Vorhöfe des Herzens strotzen von schwarzem geronnenem Blute, linker Ventrikel fast leer von Blut; wenig flüssiges Blut von dunkelkirschrother Farbe hatte sich in der Brusthöhle angesammelt. Leber von normaler Farbe, enthält flüssiges und geronnenes Blut; das geronnene Blut herrschte im Allgemeinen vor; Nieren blassbraun. Phosphorige Säure konnte in Lunge und Leber durch die Analyse nachgewiesen werden.

Da Phosphortrichlorid im Organismus bei Gegenwart von Wasser sofort in Salzsäure und phosphorige Säure zerfällt, so wirken beide Substanzen gemeinschaftlich ein. Es ist kaum zweifelhaft, dass die tödtliche Wirkung bei dem Versuche vorzugsweise der phosphorigen Säure zuzuschreiben ist; die angestrengte und beschwerliche Respiration deutet mit Bestimmtheit auf diese hin, während die Symptome der Reizung (das Blinzeln mit den Augen, der Nasenausfluss u. s. w.) durch die Chlorwasserstoffsäure noch gesteigert wurden; auch die festere Beschaffenheit des Lungenparenchyms, welche bei der Section der Taube angetroffen wurde, dürfte vorzugsweise der Wirkung dieser Säure zuzuschreiben sein.

Man hat alle Ursache, in chemischen Laboratorien Vorsicht zu beobachten, wenn man mit Phosphortrichlorid zur Darstellung von phosphoriger Säure manipulirt (s. phosphorige Säure).

2) **Phosphorpentachlorid** PCl_5 entsteht durch Zuleiten von überschüssigem Chlor zu Phosphortrichlorid. Es ist eine farblose, an der Luft stark rauchende, krystallinische Masse, welche durch wenig Wasser in Salzsäure und Phosphoroxychlorid $POCl_3$ zersetzt wird:

$$PCl_5 + 4\,H_2O = 2\,HCl + POCl_3.$$

Bei vielem Wasser entstehen Salzsäure und Phosphorsäure:

$$PCl_5 + 4\,H_2O = 5\,HCl + PH_3O_4.$$

Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf den thierischen Organismus. Sobald die Dämpfe eine Taube in der Glasglocke erreichen, entstehen Augenblinzeln, grosse Unruhe und unregelmässige Athmung; nach 5 M. krampfhaftes Zucken im rechten Beine, nach 6½ M. bei der Herausnahme tonische und klonische Krämpfe. Unter krampfhaften Inspirationen tritt der Tod schon 2 M. hernach ein: Cornea auf beiden Seiten opalisirt.

Section 12 Stunden hernach. Die Pia mater vorzugsweise an der Basis des Gehirns blutreich, Halswirbel blutig injicirt; die Plex. venos. spin. mit wenig flüssigem Blute angefüllt. Beim Durchschneiden der linken Brustmuskeln ziemlich reichlicher Ausfluss von flüssigem Blute: beide Lungen hellziegelroth, vermischt mit einzelnen braunrothen Marmorirungen, auf den Durchschnittsflächen wenig flüssiges und geronnenes Blut. In der Brusthöhle hat sich wenig flüssiges hellrothes Blut angesammelt, das an der Luft schnell gerinnt und sich etwas heller färbt; Trachealschleimhaut schwach injicirt, im rechten Vorhof und Ventrikel des Herzens schwarzes geronnenes Blut. Leber dunkelbraun und reich an flüssigem Blute; Nieren blassbraun.

Bei der Zersetzung des Phosphorpentachlorids im Organismus waltet die Salzsäure vor, wofür im vorliegenden Falle auch die Opalisirung der Hornhaut sprechen dürfte; die Menge derselben wirkt so heftig ein, dass sich die Phosphorsäure gar nicht geltend machen wird.

Mit **Brom** geht Phosphor ähnliche Verbindungen wie mit Chlor ein. Unter den Bromiden des Phosphors sind besonders zu bemerken: **Phosphortribromid** PBr_3 und **Phosphorpentabromid** PBr_5.

Die **Jodide** des Phosphors werden wie die Bromide dargestellt. Für die Versuche an Thieren wurden Phosphor und Jod in äquivalenten Verhältnissen mit Schwefelkohlenstoff in einer Kältemischung zusammengebracht; der Schwefelkohlenstoff wurde dann abdestillirt.

1) **Phosphordijodid** PJ_2 stellt hell-orangerothe Prismen dar, welche bei 110° zu einer schönen hellrothen Masse schmelzen. Durch Wasser wird es in phosphorige Säure, Jod und Jodwasserstoff zersetzt: das Jod bewirkt aber bei Gegenwart von Wasser und phosphoriger Säure die Zersetzung des Wassers, so dass Jodwasserstoff und Phosphorsäure entstehen

Einwirkung von Phosphordijodid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt in der Glocke; nach 2 Kolbenstössen Blinzeln mit den Augen, nach 4 M. stossweise Zuckungen des ganzen Körpers, schleimige Absonderung aus den Nasenlöchern, die weissen Federn haben sich gelb gefärbt. Nach 10 M. Unruhe, nach 11 M. tritt nach einem dritten Kolbenstosse stärkeres Blinzeln der Augen ein, nach 13 M. 9 Inspir. binnen ¼ M. Sonstige Symptome treten nicht hervor; nach 15 M. Herausnahme. Es bilden sich auch späterhin keine Krankheitserscheinungen aus.

Aus der Art und Weise der Zersetzung dieses Körpers wird die weniger intensive Wirkung desselben auf den Thierkörper erklärlich. Während hier Jodwasserstoffsäure und Phosphorsäure als Zersetzungsproducte auftraten und als solche nicht toxisch wirkten, wird überall da, wo phosphorige Säure als Zersetzungsproduct sich geltend macht, wie beim Phosphortrichlorid und Phosphortrijodid, ihre toxische Wirkung sofort zu Tage treten.

2) **Phosphortrijodid** PJ_3 bildet dunkelrothe, sehr zerfliessliche Krystalle, welche schon in feuchter Luft in phosphorige Säure und Jodwasserstoffsäure zerlegt werden.

Verwendung finden die Jodide und Bromide des Phosphors in der Photographie.

Einwirkung von Phosphortrijodid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt in der Glasglocke: nach 2 warmen Kolbenstössen, welche die Dämpfe eintreiben, beginnt ein geringes Schütteln des Kopfes, welches nach 5 Min. in einzelne Zuckungen übergeht. Nach 8 M. häufiges Schmecken mit dem Schnabel: nach 10 M. ist die ganze Glocke mit weissgelblichen Dämpfen angefüllt: hierauf ein heftiger, den ganzen Körper erschütternder Husten. Nach 14 M. 6 Inspir. binnen ¼ M. in der Bauchlage, bisweilen Zittern des Kopfes; nach 15 M. Herausnahme. Besondere Erscheinungen werden weder am Versuchstage noch am folgenden Tage bemerkt: am 3. Tage tritt Dyspnoe ein, welche sich immer mehr steigert, bis am Abend der Tod eintritt.

Section nach 24 Stunden. Schädelknochen blau gefärbt, die Gehirnhäute hyperämisch, Plex. venos. spin. mit geronnenem Blute gefüllt. Lungen von ziegelrother Farbe mit schwachbraunrothen Marmorirungen. Alle Halsgefässe mit Blut an-

gefüllt; der ganze Kehlkopf mit einem theils festen, theils mit einem weichen croupösen Exsudat angefüllt; eine dünne croupöse Neubildung an der Theilungsstelle der Trachea; die übrige Schleimhaut ist geröthet und etwas geschwollen. Auf den Schnittflächen der Lunge kleine geronnene Blutklümpchen und viel weisser und röthlicher Schleim, welcher beim Zusammendrücken des Parenchyms sehr reichlich zu Tage tritt; letzteres ist überall weich und nachgiebig (Oedema pulmonum). Die ganze rechte Herzhälfte und der linke Vorhof mit festem geronnenem Blute angefüllt; in der Brusthöhle hatte sich ein wenig flüssiges Blut angesammelt. Leber und Nieren sind von normaler Farbe und enthalten geronnenes und wenig flüssiges Blut; in allen grössern Venen findet sich nur geronnenes Blut. Das flüssige Blut ist dunkelroth, in dünnern Schichten mehr violettroth; viele Blutkügelchen sind an den Rändern eingerissen oder haben unregelmässige Contouren. Weder Jod noch phosphorige Säure konnten in den Lungen oder der Leber nachgewiesen werden; wahrscheinlich hatten sich beide Körper während der längern Lebensdauer schon ausgeschieden.

Die reizende Einwirkung der phosphorigen Säure ist im vorliegenden Falle durch die Jodwirkung noch vermehrt worden, weshalb sich ein exquisites Bild von Croup ausbildete, welcher schliesslich den Tod herbeiführte und zwar durch acutes Lungenödem, das bekanntlich meist in den letalen Fällen von Croup vorkommt. Diese Uebereinstimmung ist so frappant, dass Phosphortrijodid als ein geeigneter Körper betrachtet werden könnte, um behufs pathologischer Experimente künstlich Croup zu erzeugen.

Aehnlich wirkt Phosphortribromid, welches durch Wasser in Bromwasserstoffsäure und phosphorige Säure zerfällt; nur bildet sich das plastische Exsudat hierbei nicht so entschieden wie bei Phosphortrijodid aus.

Alle diese Versuche, in welchen die phosphorige Säure das wirksame Princip darstellt, liefern einen höchst wichtigen Beitrag zu der toxischen Bedeutung dieser Säure, die sich aus den betreffenden Versuchen mit Bestimmtheit ergeben wird; wir verweisen daher auf die phosphorige Säure S. 278 und 279.

Phosphor und Sauerstoff.

1) **Unterphosphorige Säure** H_3PO_2 bildet sich durch Fällen von unterphosphorigsaurem Barium mit Schwefelsäure. Das Bariumsalz wird durch Kochen von Phosphor mit Bariumhydrat erhalten, indem neben Phosphorwasserstoff und phosphorsaurem Barium auch unterphosphorigsaures Barium entsteht. Die filtrirte Lösung wird im Vacuum so lange abgedampft, bis eine farblose, syrupartige Flüssigkeit entsteht, welche beim Erwärmen in Phosphorwasserstoff und Phosphorsäure zerfällt:

$$2H_3PO_2 = PH_3 + H_3PO_4.$$

Die Säure gehört wegen ihrer grossen Begierde, Sauerstoff aufzunehmen, zu den sehr stark reducirenden Mitteln.

Die **unterphosphorigsauren Salze, Hypophosphite,** werden in der Regel durch Kochen von Phosphor mit Aetznatron oder Aetzkalk sowie durch Neutralisation der unterphosphorigen Säure mit einer Base dargestellt; werden sie bei Luftabschluss stark geglüht, so verwandeln sie sich unter Entwicklung von Phosphorwasserstoff in ein Gemenge von Pyro- und Metaphosphat.

Bei der Darstellung dieser Salze ist auf sorgfältigen Verschluss der Apparate und sofortiges Zerstören des auftretenden Phosphorwasserstoffs mittels der Feuerung zu achten.

Die unterphosphorigsauren Salze haben in neuerer Zeit namentlich für die Galvanoplastik eine grosse Wichtigkeit erlangt und werden deshalb auch im Grossen dargestellt. Man bereitet hierbei zuerst das Calciumsalz der Säure, indem man Phosphorcalcium mit Wasser zusammenbringt und den sich entwickelnden Phosphorwasserstoff ableitet und anzündet. Auch diese Manipulation muss stets in geschlossenen Gefässen geschehen, welche möglichst

wenig Luft enthalten und deshalb grösstentheils mit Wasser angefüllt sind, aber das Abziehen der Gase ermöglichen; um die Retorten möglichst vollständig mit Wasser zu füllen, wird der Schnabel der Retorte aufwärts gerichtet. Nicht bloss eine grosse Gefährdung der Arbeiter, sondern auch eine förmliche Verpestung der ganzen Umgegend sind die Folgen, wenn man diesen Process in offenen Schalen vornimmt und für die Verbrennung des Phosphorwasserstoffs gar keine Sorge trägt.

Nach vollendeter Zerlegung des Phosphorcalciums filtrirt und dampft man die Lösung, welche das unterphosphorigsaure Calcium enthält, im Wasserbade ab. Um die andern Salze aus dieser Verbindung darzustellen, löst man sie wieder auf und gewinnt aus dieser Lösung durch Hinzufügen der betreffenden kohlensauren Alkalisalze die entsprechenden Salze der unterphosphorigen Säure.

Die Erfahrung hat hinreichend bewiesen, welche verderbliche Wirkung Phosphorwasserstoff auf den menschlichen Organismus hier auszuüben vermag; je anhaltender kleine Mengen einwirken, desto intensiver sind die Folgen, die sich durch langwierige Krankheitszustände kundgeben können.

2) **Phosphorige Säure** H_3PO_3 bildet sich gleichzeitig mit Phosphorsäure beim langsamen Verbrennen des Phosphors oder durch Zersetzung von Phosphortrichlorid mit Wasser:

$$PCl_3 + 3\,H_2O = H_3PO_3 + 3\,HCl.$$

Sie bildet eine krystallinische, in Wasser leicht lösliche Masse, gehört zu den schwächsten Säuren und geht leicht durch Aufnahme von Sauerstoff in Phosphorsäure über. In der Hitze zerlegt sie sich in Phosphorsäure und Phosphorwasserstoff:

$$4\,H_3PO_3 = PH_3 + 3\,H_3PO_4.$$

Ihre Salze, Phosphite, stellt man durch Neutralisation der phosphorigen Säure mit einer Base dar. Zu den Versuchen an Thieren wurde die Säure aus Phosphortrichlorid und Silberoxyd dargestellt, indem das überschüssige Silber mit Salzsäure gefällt und das Filtrat eingedampft wurde. Die trockne Salzmasse wurde in einem Rohr erhitzt und zwar bei gleichzeitigem Ueberleiten von trockner atmosphärischer Luft mittels der Compressionspumpe. Will man Phosphorigsäureanhydrid P_2O_3 erhalten, so leitet man einen trockenen Luftstrom langsam über erwärmten Phosphor.

Einwirkung der phosphorigen Säure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in einer Glasglocke. Sobald ein dichter weisser Nebel die Glocke anfüllt, entstehen starkes Blinzeln und heftiges Schütteln mit dem Kopfe, nach 1 M. krampfhaftes Inspiriren mit weitem Oeffnen des Schnabels, Hinfallen auf den Rücken, nach 2 M. 18 Inspirat. binnen 1/4 M. und krampfhaftes Aufschlagen mit den Flügeln, nach 3 M. Herausnahme der Taube: sie ist bewegungs- und fast athemlos; nur eine schwache unregelmässige Herzbewegung und ein leises Schleimrasseln in der Luftröhre; Augen opalisirt; nach 4 M. keine Spur von Lebenszeichen.

Section 4 Stunden hernach bei starker Todtenstarre. Dura mater ziemlich stark und Pia mater nur an der Basis cerebri hyperämisch, Plex. venos. spin. stark mit flüssigem Blute angefüllt. In dem die Trachea umgebenden Zellgewebe zwei silbergroschengrosse, flache Blutextravasate; beim Durchschneiden der linken Brustmuskeln fliesst flüssiges dunkles Blut aus. Lungen hellroth mit rothbrauner Marmorirung, am untern Rande der linken Lunge ein erbsengrosses Blutextravasat unter der Pleura, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut und ein feiner weisser Schaum, das Parenchym vorherrschend hellroth, Trachealschleimhaut kaum injicirt. Der rechte und der linke Vorhof des Herzens strotzten von flüssigem Blute. Leber reich an flüssigem Blute; Nieren ebenfalls blutreich. Alles flüssige Blut ist dunkelkirschroth, mit einem Stich ins Violette, wird an der Luft heller und gerinnt schnell, ohne Serum auszuscheiden; Blutkügelchen normal.

2) Eine zweite Taube wird in dieselbe Atmosphäre der Glocke, welche noch trübweisslich erscheint, gebracht. Sogleich Blinzeln, Husten und grosse Unruhe; nach 2 M. Zuckungen am rechten Fusse, Nasswerden des Schnabels, nach 3 M. beschleunigte Respiration, 19 Inspirationen binnen 1/4 M., nach 5 M. ruhiges Verhalten, nachdem die Atmosphäre der Glocke wieder klar geworden, aber angestrengte Respiration bei öfterm Husten; nach 8 M. viel Blinzeln und nach 13 M. Ausfluss von Schleim aus den Nasenlöchern, nach 15 M. 12 etwas weniger angestrengte Inspirationen binnen 1/4 M.; hierauf Herausnahme. Die angestrengte Athmung hält an: nach 2 Stunden noch 9 mühsame

Inspirationen binnen ¼ M. Am folgenden Tage weniger angestrengte Athmung bei Husten und Schleimrasseln in der Luftröhre; am 3. Tage dieselben Erscheinungen, Fresslust und Bewegungen ungestört. Am 4. Tage noch etwas Schleimrasseln in der Luftröhre; am 5. Tage 12 mehr angestrengte Inspirationen binnen ¼ M., schon von Weitem hörbares Schleimrasseln, gegen Abend zunehmende Schwäche, so dass die Taube nicht mehr zu stehen vermag und die Bauchlage einnimmt; am 6. Tage wird sie in der Leichenstarre gefunden.

Section 15 Stunden hernach. Hirnhäute stark blutreich; Plex. ven. spin. mit hellem flüssigem Blute angefüllt; beim Durchschneiden der Brustmuskeln etwas dickflüssiges Blut; Trachealschleimhaut überall geröthet und mit einer schleimigen Flüssigkeit bedeckt. Die Lungen beiderseits an den Rändern hellroth und auf der Oberfläche braunroth; am untern Drittheile des linken untern Lappens eine Verdichtung im Parenchym vom Umfange einer weissen Bohne; diese Partie ist rothbraun, fest und sinkt im Wasser. An der untern Hälfte des rechten untern Lungenlappens erstreckt sich eine rothbraune Färbung 3 Linien tief in das Parenchym; beim Einschneiden tritt hier eine weisse, eiterige und zähe Flüssigkeit aus, welche unter dem Mikroskope viele Eiterkörperchen und fettig infiltrirte Epithelien zeigt; das übrige Parenchym ist theils hell-, theils braunroth, auf dessen Schnittflächen überall eine schleimige schaumige Flüssigkeit zu Tage tritt. Das ganze Herz ist theils mit schwarzem geronnenem, theils mit dunkelrothem flüssigem Blute angefüllt. Leber von normaler Farbe und reich an flüssigem Blute; Kropf noch theilweise mit Wicken angefüllt; alle übrigen Organe normal. In den grössern Gefässen flüssiges Blut, welches in dünnen Lagen dunkelkirschroth mit einem Stich ins Violette erscheint, bald an der Luft gerinnt, aber sich nicht heller röthet, beim Eintrocknen vielmehr braunroth erscheint; die Blutkügelchen von normaler Gestalt.

3) Ein grosses Kaninchen wird sofort in die intensiv weisse Atmosphäre der Glocke gebracht. Nach 1 M. grosse Unruhe, Herumdrehen im Kreise und Stocken des Athems; nach 2 M. ruhiges Sitzen mit zurückgezogenem Kopfe und geschlossenen Augen; nach 3 M. 6 angestrengte Inspirationen binnen ¼ M., welche durch Husten unterbrochen werden, nach 6 M. 8 unregelmässige Inspirationen. Sonstige Veränderungen zeigen sich nicht, obgleich die Atmosphäre noch trüb-weisslich geblieben ist; deshalb nach 15 M. Herausnahme des Kaninchens; es nimmt alsbald eine natürliche Stellung ein und bleibt ruhig sitzen. Nach 6 M. 11 Inspirationen binnen ¼ M., bisweilen Husten und schwacher Rhonch. sonorus in der Brusthöhle. Auch am folgenden Tage hält dieser Zustand an; am 3. Tage läuft es wieder umher bei guter Fresslust; Respiration normal, kein Husten mehr.

Die Eigenschaft der phosphorigen Säure, mit grosser Begierde Sauerstoff aufzunehmen, muss sich auch bei ihrer Einwirkung auf den thierischen Organismus geltend machen; die sehr angestrengte Respiration gehört daher zu den ersten und auffallendsten Symptomen; die Dyspnoe steigerte sich bei Tauben zu krampfhaften Inspirationen bei weit geöffnetem Schnabel. Diese Erscheinungen stimmen vollkommen mit der Wirkung der inhalirten Phosphordämpfe und des Phosphorwasserstoffs überein und führen ungezwungen zu der Annahme, dass die phosphorige Säure einen wesentlichen Factor bei diesen Vergiftungen repräsentirt; denn auch Phosphor und Phosphorwasserstoff erzeugen, wenn sie auf den Respirationswegen in das Blut dringen, ihre deletären Wirkungen in dem Masse, als sie dem Oxydationsprocess unterliegen und schliesslich dem Blute mehr oder weniger die Alkalescenz rauben.

Wirken die Dämpfe der phosphorigen Säure sehr concentrirt ein, so erfolgt der asphyktische Tod (1. Versuch), während verdünntere Dämpfe eine entschiedene Reizung der Respirationswege erzeugen, welche (wie beim 2. Versuche) das zweite und dritte Stadium der Pneumonie herbeizuführen vermag. Tauben scheinen aber überhaupt leichter von der phosphorigen Säure afficirt zu werden als Kaninchen; im 3. Versuche hatte wenigstens ein 15 Minuten langer Aufenthalt eines Kaninchens in einer ziemlich concentrirten Atmosphäre von phosphoriger Säure nur eine vorübergehende Reizung der Bronchialschleimhaut zur Folge.

Bei Menschen hat man in Folge von Inhalation der phosphorigen Säure auch noch besondere Einwirkungen auf das Spinalnervensystem beobachtet und

zwar in sehr grosser Uebereinstimmung mit den Folgen des inhalirten Phosphorwasserstoffs, wodurch die Erfahrung, dass sich auch das Radical der Säure geltend macht, eine bedeutende Stütze gewinnt.[22])

Es ist erklärlich, dass alle diese Erscheinungen bei der Inhalation der phosphorigen Säure im Allgemeinen rascher eintreten als bei ihrer Aufnahme per os. Nach Munk und Leyden vertrugen Kaninchen Mengen von 4 Ccm., welche in den Magen derselben gebracht wurden; nach 9 Ccm. bildete sich aber eine heftige Gastroenteritis aus, welche nicht selten tödtlich wurde und ebenfalls einen Beweis für die reizende Primär-Wirkung der phosphorigen Säure abgibt. Nach subcutanen Injectionen grösserer Gaben bildete sich schliesslich fettige Degeneration der Leber aus, wie man sie bekanntlich nach Phosphorvergiftung antrifft.[23])

3) **Phosphorsäure** H_3PO_4, Acidum phosphoricum, wird durch Erwärmen von Phosphor mit Salpetersäure dargestellt. Die durch Abdampfen verjagte Salpetersäure wird so lange in die Retorte zurückgeschüttet, bis alle phosphorige Säure in Phosphorsäure umgewandelt ist. Die aus dem Tubus der Vorlage sich entwickelnden Dämpfe von Untersalpetersäure, welche anfangs noch etwas Phosphordampf enthalten, müssen entweder in die Feuerung oder in den Kamin geleitet werden. Der Retorteninhalt ist schliesslich in einer Porcellanschale über freiem Feuer unter einem gut ziehenden Rauchfange so lange zu erhitzen, bis keine salpetersauren Dämpfe mehr entweichen.

Die gewöhnliche Phosphorsäure ist eine dreibasische Säure; im concentrirtesten Zustande hat sie Syrupsconsistenz, ist aber in allen Verhältnissen mit Wasser mischbar. Die Phosphorsäure der Pharmacopöe hat ein spec. Gewicht von 1,120, welches 20 Th. Phosphorsäure in 100 Th. Wasser entspricht; wird sie auf den fünften Theil ihres Gewichts verdampft, so krystallisirt sie als Acidum phosphoricum siccum s. glaciale in langen, farblosen, prismatischen Krystallen.

Die Phosphorsäure bildet 3 Reihen von Salzen:

a) **tertiäres** oder **neutrales Natriumphosphat** Na_3PO_4, welches mit $12\,H_2O$ in sechsseitigen Prismen krystallisirt;

b) **secundäres** oder **einfach saures Natriumphosphat** Na_2HPO_4 (gewöhnliches **Natrum phosphoricum**), krystallisirt ebenfalls mit $12\,H_2O$ und wird durch Neutralisiren der Phosphorsäure mit Natriumcarbonat dargestellt; es ist das beständigste Salz unter den Phosphaten und bildet einen wesentlichen Bestandtheil des Blutes; durch Glühen wird es in **neutrales pyrophosphorsaures Natrium** $Na_4P_2O_7$ verwandelt, welches mit $10\,H_2O$ krystallisirt und an der Luft nicht verwittert:

$$2\,Na_2HPO_4 = Na_4P_2O_7 + H_2O.$$

c) **primäres** oder **zweifach saures Natriumphosphat** NaH_2PO_4 entsteht aus dem secundären durch Zusatz von Phosphorsäure; durch Erhitzen auf 100° verliert es sein Krystallwasser und geht in **secundäres pyrophosphorigsaures Natrium** $Na_2H_2P_2O_7$ über:

$$2\,NaH_2PO_4 = Na_2H_2P_2O_7 + H_2O.$$

Steigert man die Hitze bis auf 240°, so bildet sich **metaphosphorsaures Natrium** $NaPO_3$:

$$NaH_2PO_4 = NaPO_3 + H_2O.$$

Die **Pyrophosphorsäure** $H_4P_2O_7$ entsteht beim längern Erhitzen der gewöhnlichen Phosphorsäure auf 200—300° und stellt eine krystallinische Masse dar, welche als vierbasische Säure Salze, die **Pyrophosphate**, liefert.

Die einbasische **Metaphosphorsäure** HPO_3 bildet sich, wenn die Phosphorsäure bis auf 400° erhitzt wird.

Phosphorsäureanhydrid P_2O_5 wird durch Verbrennen von Phosphor in einem Strom trockner Luft dargestellt.

Einwirkung der dampfförmigen 3basischen Phosphorsäure auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt in der Glocke; Luft wird zuerst durch ein Chlorcalciumrohr und alsdann über brennenden Phosphor geleitet; 0,1 Grm. Phosphor wurde verbraucht. Ein weisser Dampf von wasserfreier Phosphorsäure erfüllte die Glocke, worauf die Taube unruhig wird und hustet; 4 M. nachher ist noch ein beständiges Aufhusten vorhanden. Die Atmosphäre in der Glocke ist nach 15 M. wieder klar; nach 19 M. Zuleitung von neuen Dämpfen, worauf sich der Husten wieder vermehrt; die Zahl der beschleunigten Inspirationen fällt allmählig wieder auf 9 binnen ¼ M. zurück. Da sich

keine weitern Symptome zeigen, wird die Taube nach 30 M. heraus genommen. Der Husten hält noch 3 M. lang in der bisherigen Weise an und wird allmählig seltener; nur ein schwaches Schleimrasseln bleibt noch bemerkbar. Nach 2 Stunden sind alle auffallenden Erscheinungen verschwunden; die Taube bleibt auch später gesund.

Es liess sich von vornherein erwarten, dass die Dämpfe der Phosphorsäure einen minder nachtheiligen Einfluss auf den thierischen Organismus ausüben würden als die der phosphorigen Säure, da die Phosphorsäure in allen thierischen Substanzen vorkommt und diese das Vermögen haben, eine ziemlich grosse Menge Phosphorsäure zu binden; auch wird die vom Thierkörper aufgenommene Phosphorsäure als Natriumphosphat im Harn wieder ausgeschieden werden. Hierauf beruht vorzüglich die weniger gefährliche Einwirkung der Phosphorsäure; auch bei der Phosphorvergiftung wird sie sich daher erst in zweiter Linie geltend machen, nachdem die deletäre Wirkung der phosphorigen Säure schon ihren Abschluss gefunden hat. Dass grössere Gaben von Phosphorsäure, welche dem Blute zugeführt werden, schliesslich fettige Degenerationen der Organe erzeugen werden, ist selbstverständlich; es wird dies aber niemals so prägnant erfolgen wie bei der Schwefelsäure, da sie überhaupt viel milder als diese einwirkt.

Phosphorsäure-Industrie.

Die Darstellung der Phosphorsäure im Grossen geschieht aus gebrannten Knochen mittels Schwefelsäure, da diese Methode die billigste ist; sie ist aber in Bezug auf die zu gewinnende Reinheit der Säure die schwierigste. Man beobachtet ein zweifaches Verfahren hierbei: 1) Man schliesst die Knochen mit einem Ueberschuss von Schwefelsäure auf; nach der Trennung des Gipses wird die Lösung in mit Blei ausgefütterten Pfannen eingedampft, wobei sich noch fortwährend Gips ausscheidet, der mittels eiserner verbleiter Schaumlöffel entfernt wird. Wenn die Temperatur bis auf 300° gestiegen ist, lässt man die Pfanne bedeckt erkalten.

Bei diesem Abdampfen nimmt die saure Lösung eine veilchenblaue Farbe an, welche von einem Arsengehalt herrührt; man setzt alsdann der erkalteten Lösung unterschwefligsaures Ammonium zu, um Arsen als Schwefelarsen auszuscheiden.

Die Flüssigkeit wird in hölzerne, mit Blei ausgefütterte Bottiche abgelassen und unter fortwährendem Umrühren so lange mit 90procentigem Weingeist versetzt, als noch eine Trübung erfolgt; der Niederschlag besteht aus Magnesium-, Natrium- und Calciumsalzen.

Man unterwirft nun die alkoholische Lösung der Phosphorsäure der Destillation, um den Weingeist abzuscheiden. Der Kolben des Destillationsapparates steht in einer Sandkapelle, dessen aufgeschliffener Helm mit einer Kühlschlange verbunden und mit einem Tubus versehen ist, durch welchen eine zu einer Spitze ausgezogene Glasröhre bis in die Flüssigkeit geführt wird. Sobald die Flüssigkeit ins Sieden gekommen ist, wird durch die Glasröhre alkoholische Phosphorsäure zugelassen und zwar so viel, als man an Destillationsproduct gewinnt. Das Destillat besteht aus Aether, Alkohol, zuweilen Fuselöl, im letzten Stadium aus schwefliger Säure und geringen Mengen von Kohlensäure. Wenn sich keine Weingeistdämpfe mehr entwickeln, lässt man den Inhalt erkalten und erhitzt ihn alsdann in grossen verplatinirten Porcellanschalen auf freiem Feuer unter einem gut ziehenden Rauchfange und zwar so lange, bis alle Schwefelsäure verdampft ist.

Neben Schwefelsäure entwickeln sich, wenn der Weingeist unrein war, schweflige Säure und, im Falle die Schwefelsäure arsenhaltig war, nicht selten arsenige Säure. Es sind deshalb dieselben Vorsichtsmassregeln anzuwenden, welche schon früher bei der Darstellung des sauren Calciumphosphats angegeben worden sind; namentlich ist die Leitung der Dämpfe durch weiss gebrannte Knochen zu empfehlen.

Schliesslich gibt man der Säure eine geringe Menge Ammoniumnitrat zu, welches

dieselbe durch seinen Sauerstoff bleicht. Auf diese Weise erhält man Acidum phosphoricum glaciale ex ossibus.

In vielen Fabriken wird das Mischen mit Alkohol umgangen und die in den Bleipfannen concentrirte Phosphorsäure in grossen Porcellanschalen bis zum Verdampfen der Schwefelsäure erhitzt. Es scheidet sich hierbei eine nicht unbeträchtliche Menge von Magnesium- und Calciumsulfat aus, wodurch das Gefäss nicht selten dem Springen ausgesetzt wird, weshalb dieses Abdampfen in einer Sandkapelle stattfinden muss.

Es entwickeln sich hierbei Dämpfe von Schwefelsäure und arseniger Säure und bisweilen auch von etwas Salzsäure, weshalb die oben erwähnten Vorsichtsmassregeln auch hier nothwendig sind.

Im letzten Stadium des Abdampfens setzt man, um die Säure zu reinigen, und alle Reste der Schwefelsäure wegzubringen, eine gewisse Menge gut ausgeglühter Kohle zu, wobei sich eine geringe Menge schwefliger Säure entwickelt. Die auf diese Weise dargestellte Säure ist aber weit mehr verunreinigt als die nach der zuerst erwähnten Methode gewonnene.[24])

2) Zur Darstellung höchst reiner Phosphorsäure resp. phosphorsaurer Ammoniumsalze, welche zum Tränken der Dochte der Stearinkerzen benutzt werden, geschieht das Aufschliessen der Knochenasche und das Eindampfen in bleiernen Pfannen ganz nach der bei der ersten Methode angegebenen Weise; der Unterschied liegt nur darin, dass man die syrupsdicke Phosphorsäurelösung mit rohem Aetzammoniak oder rohem Ammoniumcarbonat sättigt. Es fallen hierbei Calciumphosphat, Ammonium-Magnesiumphosphat und Calciumsulfat neben arsenig- und arseniksaurem Ammonium nieder; dieser Niederschlag verdient daher alle Beachtung.

Die klare Lösung von neutralem phosphorsaurem Ammonium wird nun in Porzellanschalen, welche inwendig versilbert oder verplatinirt sind, zuerst eingedampft und schliesslich unter einer Art von Muffel geglüht. Das Ammoniak und die Schwefelsäure gehen weg; es entwickelt sich Ammoniak neben schwefliger Säure und Schwefelsäure und reine Phosphorsäure bleibt zurück. Auf diese Weise erhält man die reinste Phosphorsäure.

Die phosphorsauren Rückstände, welche durch das Ammoniak ausgeschieden worden sind, werden entweder beim Aufschliessen mit in Verarbeitung genommen oder des Phosphorsäuregehaltes wegen als Dünger verwendet.

Technische Verwendung der Phosphorsäure. Concentrirte Lösungen der Phosphorsäure werden in der Palingraphie angewendet; ihre Wirkung hierbei ist ähnlich der der Schwefelsäure bei der Bereitung von Pergamentpapier. In der Zeugdruckerei dient die Phosphorsäure als Ersatz der Wein-, Citronen- und Oxalsäure; bei der Brotbereitung ohne Hefe spielt sie eine wichtige Rolle (s. S. 87).

Phosphorsaure Salze kommen in der Metallurgie zur Anwendung; sie bilden dort eine schützende Decke, welche das geschmolzene Metall vor weiterer Oxydation schützt, das beim Metall vorhandene Oxyd auflöst und in die Schlacken überführt; sie können somit namentlich beim Feinschmelzen des Goldes und Silbers den Borax vertreten.

Auch beim Löthen werden phosphorsaure Alkalien zum Reinigen der Metalloberfläche von der noch vorhandenen Oxydschicht benutzt.

Arsen As.

Arsen ist in der Natur sehr verbreitet und kommt fast in jeder Gebirgsart und deshalb auch in den meisten Mineralwässern vor. Gediegen zeigt es sich im Scherbenkobalt oder Fliegenstein, am häufigsten aber in Verbindungen und zwar mit Sauerstoff als Arsenikblüthe (Arsenigsäureanhydrid As_3O_3), mit Schwefel als Realgar (As_2S_2) und Aurigpigment (As_2S_3), mit Schwefel und Eisen im Arsen-

kies ($FeAs_2 FeS_2$), mit Kobalt und Nickel im Speisekobalt ($CoAs_2$) und Kupfernickel ($NiAs$), mit Schwefel, Antimon- und Kupfer im Arsenkupfer, mit Wismuth im Arsenglanz u. s. w.; mit Schwefel, Antimon, Zink, Kupfer und Quecksilber in den Fahlerzen und Rothgiltigerzen.

Arsen tritt in stahlgrauen Krystallen oder in einer schwarzen, amorphen, glänzenden Masse auf; es ist unlöslich in Wasser und verändert sich nicht an der trocknen Luft. Es ist der einzige Körper, welcher direct aus dem festen Zustande in den dampfförmigen übergeht; die Dämpfe oxydiren sich an der Luft zu Arsenigsäureanhydrid. Ohne Veränderung ist es in fetten Oelen löslich; Salpetersäure oxydirt es zu Arsenigsäureanhydrid und Königswasser zu Arsensäure. Es verbrennt an der Luft mit weisslich-blauer Farbe zu Arsenigsäureanhydrid.

Einwirkung der Dämpfe von Arsen auf den thierischen Organismus. 1) Es wurden 2 Grm. pulverisirtes Arsen in eine Glasröhre gebracht und erwärmt; dann wurde die Luft mittels der Compressionspumpe in 5 Kolbenstössen durch dieselbe in den grossen Glaskasten, in welchem eine Taube sass, getrieben. Beim Eintritt der Dämpfe wurde die Taube unruhig, nach 30 M. trat Erbrechen ein und die Nasenlöcher wurden feucht; ersteres wiederholte sich mehrmals. Nach einer nochmaligen Eintreibung der Dämpfe grössere Unruhe, starkes Schütteln des Kopfes und Gähnen, nach 50 M. beschwerliche Respiration, nach 59 M. viel Brechwürgen, nach 1 Stunde Herausnahme der Taube, nachdem 0,16 Grm. Arsen verbraucht worden. Bemerkenswerthe Krankheitserscheinungen wurden nicht beobachtet.

2) Nach 6 Tagen wurde diese Taube nochmals den Dämpfen ausgesetzt, wozu 0,560 Grm. Arsen verbraucht wurden. Nach 15 M. starkes Würgen und nach 20 M. Erbrechen, welches sich unter Würgen noch mehrmals wiederholt. Nach 1 Stunde Herausnahme der Taube; sie verhält sich ruhig, frisst fast nichts und bläht sich nur oft auf. Ausser einem vermehrten Durst bemerkt man Nichts an ihr; auch Bewegung und Inspiration sind normal. Am 2. und 3. Tage Abgang flüssiger Excremente, verlangsamter Herzschlag und grosse Scheu vor Bewegung; am 4. Tage sitzt sie meistens und bläht sich auf, gegen Abend wird die Respiration verlangsamt, Aufsperren des Schnabels bei jeder Inspiration; bei Gehversuchen flattert sie mit den Flügeln und stürzt auf den Kopf. Späterhin liegt sie auf der Seite bei sehr langsamer und beschwerlicher Respiration und kaum wahrnehmbarem Herzschlage, bis der Tod unter progressiver Abnahme der Herzthätigkeit ohne alle Convulsionen ganz allmählig eintritt.

Section nach 20 Stunden. Leiche sehr abgemagert, im Kropfe kein Futter und im Magen nur Steinchen. In der Schädelhöhle und im Wirbelcanal fast gänzliche Blutleere; die Lungen von blasser, ziegelrother Farbe; am untern Ende der rechten Lunge eine Ekchymose von 4 Linien Durchmesser, das Lungenparenchym ist an dieser Stelle etwas hart und grau gefärbt; am untern Rande der linken Lunge eine etwas kleinere Ekchymose; die hintere Fläche beider Lungen ist rothbraun marmorirt, auf den Durchschnittsflächen ein feiner weisser Schaum. In den grössern Blutgefässen ein wenig hellrothes Blut; in beiden Vorhöfen des Herzens schwarzes geronnenes und nur wenig flüssiges hellrothes Blut, welches beim Eintrocknen braunroth wird; viele Blutkügelchen sind eingerissen oder verschrumpft. Leber braunroth mit geringem Gehalte an flüssigem, dunkelrothem Blute; Nieren braunroth; die Därme sind mit einem schaumigen Schleim angefüllt. Chemisch liess sich in Lunge und Leber Arsen nachweisen.

Sowohl die Wirkungslosigkeit der Dämpfe im ersten Falle als auch der langsame Verlauf der Vergiftung im zweiten Falle waren durch die reichliche Vermischung derselben mit atmosphärischer Luft bedingt. Die Intoxication kündigte sich im zweiten Falle erst deutlich nach 3 Tagen durch verminderte Fresslust, erhöhten Durst, Diarrhoe und ein allgemeines Unbehagen an, bis die Alteration des Respirationsprocesses, das verlangsamte und beschwerliche Athmen und die damit eng verbundene Verlangsamung des Herzschlages die Vorläufer des letalen Ausgangs wurden.

Dass sich die arsenikalischen Dämpfe im Organismus in arsenige Säure verwandeln, ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen; sie oxydiren sich bereits theilweise an der atmosphärischen Luft und haben in dieser Beziehung Aehnlichkeit mit den Phosphordämpfen; wird dann Arsen in Dampfform inhalirt, so tritt hauptsächlich die Wirkung seiner Oxydationsproducte zu Tage.

Wie Betäubung und Schwindel, so steigerte sich auch die Dyspnoe; gleichzeitig entwickelte sich eine zunehmende Verlangsamung der Herzthätigkeit, bis vollständige Herzlähmung die Scene beschloss. Lähmung des Herzens und der Nervencentren fallen offenbar bei der Inhalation der Arsendämpfe schliesslich zusammen, Erscheinungen, die in allen spätern Versuchen als Wirkungen der arsenigen Säure auftreten werden.[1])

Arsenindustrie.

Bei der Gewinnung des Arsens wird im Allgemeinen selten Arsenkies auf Arsen verarbeitet; am häufigsten wird es als Nebenproduct bei der Verhüttung von arsenikalischen Erzen (Nickel, Kobalt u. s. w.) gewonnen. Bei der Förderung arsenhaltiger Erze und beim Ausklauben und Pochen derselben müssen die Arbeiter stets die grösste Vorsicht gebrauchen, sich Schwämme vor den Mund binden und namentlich Gesicht und Hände mit Oel oder Fett einreiben.

Bei der Aufbereitung der Erze durch Pochen und Schlemmen auf Stossherden ist der Arsengehalt der Abwässer zu berücksichtigen; eine ganz besondere Beachtung verdienen diejenigen Erze, welche im Spätherbste gefördert und erst in dem darauf folgenden Frühjahre zur Verarbeitung kommen; hier hat nämlich der Verwitterungsprocess, welcher noch besonders durch den Frost begünstigt wird, eine grosse Menge arseniger Säure resp. arsenigsaurer Salze erzeugt, die durch ihre Löslichkeit und leichte Zersetzbarkeit eine besonders giftige Einwirkung auf die Arbeiter ausüben. Dass diese Vorräthe von arsenikalischen Erzen durch einen solchen Verwitterungsprocess und das nachträgliche Auswaschen durch Regen u. s. w. auf die Wasserzuflüsse, Bäche u. s. w. einen nachtheiligen Einfluss ausüben können, unterliegt keinem Zweifel; durch Ueberfluthungen können ganze Strecken Wiesenlandes zu Grunde gehen.

Bei der Verhüttung kommt die Sublimation zur Anwendung; nachdem die Erze durch Aufbereitung von der Gangart befreit worden sind, werden sie in Schlich verwandelt und mit Kohlenpulver gemengt. Das Gemisch bringt man in 2—3 Fuss lange thönerne, röhrenförmige Retorten, welche in einen Galeerenofen eingelegt und mit Vorlagen verbunden sind.

In Schlesien und Sachsen benutzt man Arsenkies, welchen man mit etwas Eisen vermischt erhitzt; das zurückbleibende Schwefeleisen wird wegen seines Goldgehaltes auf Gold verarbeitet, nachdem es vorher durch den Verwitterungsprocess in Eisenvitriol übergeführt worden ist, den man als Nebenproduct gewinnt; derselbe ist übrigens nie arsenfrei.

Die Vorlagen der Retorten communiciren bei der schlesischen und sächsischen Methode mit Abzugsröhren, die in eine Giftkammer münden. Diese stellt einen grossen, aus sechs miteinander communicirenden Abtheilungen bestehenden Thurm dar, in dem die Dämpfe zickzackförmig von unten nach oben bis zu einem am Dache mündenden Schlot steigen.*)

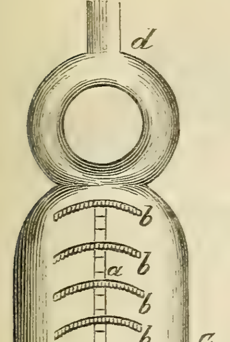
Zerenner hat zu diesem Zwecke sogenannte Pilzdachkammern construirt, welche vorzugsweise im böhmischen Erzgebirge bei den Uranhütten (Uranpecherzen) in Anwendung kommen. Der Pilzstamm (*a*) (Fig. 32) ist gemauert, während die Dächer

---

*) In Schlesien wurden früher flache Muffeln von feuerfestem Thon benutzt, die etwas schräg lagen und durch ein in zahlreichen Zügen um sie spielendes Feuer glühend gemacht wurden. Am hintern Ende der Muffeln führten zwei Oeffnungen die arsenikalischen Dämpfe in einen abwärts gehenden und in ein Gewölbe mündenden Canal; dieses Gewölbe stand noch mittels eines Canals mit dem eigentlichen Giftthurm in Verbindung.

(*b*) aus Dachziegeln bestehen; die Dämpfe stossen sich überall an den vorspringenden Dächern ab; bei *c* ist der Canal, welcher mit den Vorlagen communicirt und die Dämpfe aufnimmt. Sehr zweckmässig ist es, wenn das Ausmündungsrohr (*d*) noch in lange horizontal geschleifte Giftfänge übergeht.

Fig. 32.



Das verflüchtigte Arsen enthält noch arsenige Säure und wird deshalb einer nochmaligen Sublimation mittels Kohle unterworfen; dies geschieht in eisernen Kesseln mit aufgesetztem Hute, der mittels einer eisernen Tülle mit einer Gestübbekammer oder mit der erwähnten Pilzdachkammer in Verbindung steht (s. Stracken). Der Hut wird nach beendigtem Processe abgenommen und von seinem Inhalte durch Klopfen entleert; der Staub ist durch die Beimischung von arseniger Säure, welche im ersten und letzten Stadium der Sublimation stets auftritt, sehr gefährlich. Die Condensation wird durch das Auftreten von Kohlenoxyd und Kohlensäure sehr erschwert.

Schröder stellte 1691 zuerst Arsen dar, während *Brandt* es 1773 zuerst aus der arsenigen Säure gewann.

Bei der Verhüttung ist das Beschicken und Entleeren der Retorten oder Muffeln für die Arbeiter eine sehr gefährliche Manipulation; es sind hierbei das Tragen von Masken oder Schwämmen, das Einreiben der Hände und des Gesichts mit Fett oder Oel sowie der Genuss sehr fetter Speisen ganz besonders zu empfehlen.

Bezüglich des Wegführens der arsenikalischen Verbrennungs- oder Entwicklungsgase ist zu bemerken, dass die Abzugscanäle nie mit Schiebern oder Klappen versehen sein dürfen, weil dadurch eine willkürliche Hemmung oder Verlangsamung in der Wegführung der betreffenden Gase bewirkt werden kann; nur in den Zuführungscanälen, welche die atmosphärische Luft zum Ofen führen, dürfen mit Oeffnungen versehene Schieber, sogenannte Scheibenschieber, angebracht werden. Es ist überhaupt dafür zu sorgen, dass alle arsenikalischen Gase und Dämpfe so rasch wie möglich zu den Condensationsvorrichtungen hingeführt oder, wenn sich solche im Arbeitslocale angesammelt haben, daraus entfernt werden. Für letztern Fall müssen solche Räume stets mit kräftig wirkenden Ventilationsvorrichtungen versehen sein.

Die Arbeiter, welche sich mit der Aufbereitung der arsenikalischen Erze oder mit der Entleerung der Giftfänge beschäftigen, leiden vorzugsweise an Hautaffectionen, an heftig juckenden Papeln und Pusteln, an der sogen. Hüttenkrätze. Durch Uebertragung des arsenikalischen Staubes finden sich solche Hauteruptionen auch häufig an den zarten Stellen des Körpers, z. B. an den Geschlechtstheilen oder im Gesichte; hauptsächlich bemerkt man sie an den Händen und Armen, weil diese Körpertheile zunächst mit dem gefährlichen Staube in Berührung kommen.

Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass sich unter Umständen bei der Sublimation des wasserhaltigen Schlichs leicht arsenige Säure und Arsenwasserstoff entwickeln, wodurch die Arbeiter einer grossen Gefahr ausgesetzt werden; Schutz der Nase und des Mundes sowie kräftigste Ventilation des Arbeitsraumes müssen hier die Prophylaxis bilden.

Die grösste Aufmerksamkeit ist ferner auf die Dichtigkeit der Sublimationsapparate zu verwenden, damit das metallische Arsen nicht mit der Feuerluft fortgerissen und als arsenige Säure durch den Schornstein in der nächsten Umgebung abgelagert wird; für die Arbeiter bleibt der Zeitpunkt vor der festen Lutirung zwischen den Vorlagen und den Retorten der gefährlichste, weshalb hier stets die grösste Vorsicht nothwendig ist.

Die gebrauchten Retorten sind sorgfältig aufzubewahren; werden sie als Zusatz zu der neuen Retortenmasse verwendet, so muss das Brennen unter den grössten Cautelen geschehen, damit die arsenikalischen Dämpfe condensirt werden.

Technische Verwendung des Arsens. Sie ist im Allgemeinen selten; man benutzt es zu Legirungen und statt der arsenigen Säure in der Schrotfabrication, aber vorzugsweise zur Darstellung von Arsenpräparaten; von seiner frühern Benutzung als Fliegengift hat es den Namen Fliegenstein erhalten.

Arsen und Wasserstoff.

Arsenwasserstoff AsH_3 wird durch Auflösen von Arsenzink in Salzsäure dargestellt:

$$As_2Zn_3 + 6HCl = 2AsH_3 + 3ZnCl_2.$$

Dies farblose und geruchlose Gas gehört zu den gefährlichsten Gasen; es verbrennt mit stahlblauer Flamme zu Wasser und Arsenigsäureanhydrid. Beim Durchleiten durch brennende Röhren zerlegt es sich in Wasser und Arsen; auch kalte Körper, welche man in die Flamme bringt, beschlagen stets schwarz durch niedergeschlagenes Arsen.[2])

Einwirkung des Arsenwasserstoffs auf den thierischen Organismus. Arsenwasserstoff ist deshalb eins der giftigsten und gefährlichsten Gase, weil schon die geringsten, kaum merkbaren Mengen desselben höchst nachtheilige Folgen haben können. Bei einer jungen Katze traten schon bei 0,168% des Gases Thränen der Augen, Gähnen, krampfhaftes Inspiriren und Unvermögen sich aufrecht zu halten ein. Ein Zusatz von 0,079% rief Dyspnoe und häufiges Erbrechen hervor, bis unter zunehmender Schwäche, stetiger Abnahme der Respiration, unter convulsivischen Bewegungen und heftigem Zittern der Extremitäten der Tod im Verlaufe von 30 Minuten eintrat.[3])

Bei Menschen gibt sich das erste Unwohlsein durch Brechneigung, Aufstossen und Zerschlagenheit der Glieder zu erkennen, wozu sich alsbald eine gelbe oder gelbbraune Hautfärbung gesellt. Oppression der Brust, Schwindel, Kopfschmerzen und starke Schlafsucht, aus welcher die Kranken kaum zu wecken sind, sowie pappiger Geschmack bei Trockenheit des Mundes, grosser Durst, ein beschleunigter Puls, Drang zum Uriniren nebst Abgang eines blutig gefärbten Urins, bisweilen auch ein blutig gefärbter Stuhlgang setzen ein Krankheitsbild zusammen, bei welchem entweder erst nach mehreren Monaten Genesung eintritt oder der Tod erfolgt, indem die Haut sich mit kaltem Schweisse bedeckt, die Somnolenz anhält, der Puls immer beschleunigter und kleiner wird.[4]) Es ist auch hier der Herztod, welcher sich ähnlich wie bei der arsenigen Säure geltend macht; indem aber der Arsenwasserstoff, von den Respirationswegen aufgenommen, auf einer grossen Fläche seine Wirkung entfaltet und direct in's Blut gelangt, müssen sich auch die Folgen weit rascher und intensiver äussern.

Die Vergiftung stimmt mit der durch die Dämpfe arseniger Säure erzeugten auch insofern überein, als hier ebenfalls Erbrechen, Blutharnen, Betäubung, Ohnmachten, Zittern und eine namenlose Angst (in Folge der alterirten Herzthätigkeit) als vorherrschende Symptome auftreten.

Bei Thieren fallen besonders die dintenartige Beschaffenheit des Blutes und die von der Blutfarbe abhängige schwärzliche Färbung des Gehirns, der Lunge und der Leber auf. Auf den Durchschnitten des Lungenparenchyms treten ebenfalls schmutziger Schaum und nur etwas schwärzliches Blut aus; der Schaum füllt sämmtliche Luftwege aus, deren Schleimhaut schwärzlich gefärbt ist. Nur im rechten Herzen schwarzes und flüssiges Blut; in der Schädelhöhle sind die Sinus mit schwarzem Blute angefüllt.

Die intensive Wirkung des Arsenwasserstoffs auf das Blut lässt sich, abgesehen von seiner auffälligen Farbe, bestimmt durch die Spectral-Analyse nachweisen. Das Oxyhämoglobin wird nämlich reducirt und schliesslich ganz zerstört. Die zwischen D und E des Spectrums gelegenen Streifen verschmelzen und verschwinden schliesslich ganz; Einleitung von Sauerstoff ändert an diesem Zustande nichts; die Blutkörperchen haben somit ihre Fähigkeit zur Aufnahme des Sauerstoffs verloren, werden auch zum Theil aufgelöst, wodurch Blutfarbstoff diffundirt und das Blutharnen erklärt wird.[5])

Um das vom Blute aufgenommene Arsen nachzuweisen, empfiehlt sich folgende Methode: Das Blut wird in einem langhalsigen Kolben mit Salzsäure und chlorsaurem Kalium bis zur Zerstörung des Hämoglobins behandelt; die erhaltene Flüssigkeit neutralisirt man vorsichtig mit Ammoniak und säuert sie dann wieder mit Salzsäure an. Dann leitet man Schwefelwasserstoff bei einer Erwärmung auf wenigstens 80° C. durch

und lässt die nach Schwefelwasserstoff riechende Flüssigkeit so lange stehen, bis der Geruch verschwunden ist. Der gesammelte Niederschlag (Schwefelarsen) wird mit rauchender Salpetersäure behandelt und mit Schwefelsäure erwärmt, um die Salpetersäure zu verjagen; um letztern Zweck vollständig zu erreichen, lässt man die Flüssigkeit erkalten, verdünnt sie mit Wasser und erwärmt sie nochmals. Den filtrirten Niederschlag unterwirft man zuletzt, wie üblich, dem *Marsh*'schen Apparate.

An den Leichen der durch Arsenwasserstoff umgekommenen Menschen bleibt die Haut und die Conjunctiva schmutzig-gelb, auch alle Gewebe des Körpers sind schmutzig-gelb gefärbt. Aus Nase und Mund fliesst bisweilen eine schwärzliche, nach Knoblauch riechende Flüssigkeit. Die Pia mater ist sehr gefässreich und in den Windungen des Gehirns befindet sich eine Lage serös-blutiger Flüssigkeit; selbst die Substanz des nicht blutreichen Gehirns fällt durch eine schmutzig-gelbe Färbung auf. Die Lungen sind meist blutarm, blaugelb marmorirt und auf den Durchschnittsflächen tritt eine dunkelrothe, schaumige Flüssigkeit aus; die Schleimhaut des Larynx und der Trachea ist schmutzig-gelbgrün gefärbt. Im rechten Herzen findet sich mehr oder weniger schmutzig-dunkles geronnenes Blut, während das linke Herz gewöhnlich leer ist. Die grüngelbe Leber ist meistens blutleer, die Nieren sind blutreich, dunkelroth; die Milz ist braunschwarz und in der Harnblase findet sich blutiger Urin.

Die Genesung erfolgt äusserst langsam und viele Monate hindurch können Schwäche und Hinfälligkeit noch anhalten; vergleicht man diese Reconvalescenz mit der Erholung nach Einwirkung der arsenikalischen Dämpfe, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass mittels des Speichels, der Faeces und des Urins das aufgenommene Arsen wieder ausgeschieden und dadurch die Genesung bedingt wird; im Urin lässt sich dasselbe in solchen Fällen leicht nachweisen.[6])

Auf Pflanzen wirkt Arsenwasserstoff ebenfalls zerstörend ein; die Blumen werden welk, die Blätter bekommen mehr oder weniger gelbe und braune Flecke oder werden hellbraun; Samen von Kresse verlor in Berührung mit dem Gase seine Keimkraft.[7])

Vorkommen von Arsenwasserstoff in der Industrie. Die Behauptung, dass in mit arsenhaltigen Tapeten bekleideten Wohnräumen sich Arsenwasserstoffgas entwickeln könne, ist vielfach bekämpft worden. Fleck hält nach seinen Versuchen diese Möglichkeit aufrecht und macht zunächst darauf aufmerksam, dass in keinem Schweinfurter Grün ein, wenn auch geringer, Gehalt an ungebundener arseniger Säure fehle; die Entwicklung von Arsenwasserstoff finde nun als Zersetzungsproduct dieser freien arsenigen Säure vorwaltend unter Mitwirkung der Zimmerfeuchtigkeit und organischen Materien und zwar hauptsächlich der organischen Bindemittel statt.[8])

Fleck nimmt hiernach an, dass überall, wo organische Stoffe mit freier arseniger Säure zusammentreten, die Entwicklung von Arsenwasserstoff möglich sei und somit in einer Zimmerluft unter den angeführten Bedingungen vorkommen könne, wo Schweinfurter Grün als Anstrich der Wände oder mittels Tapeten verwendet worden sei.

Immerhin bildet jedoch das Abstäuben der arsenhaltigen Farben einen wesentlichen Factor in den meisten Fällen derartiger Vergiftungen; sind die Tapeten mit Schweinfurter Grün bearbeitet, so ist namentlich durch das Auffinden von Kupfer und Arsen im Urin der betreffenden Kranken mit Bestimmtheit der Tapetenstaub als Krankheitsursache nachgewiesen.[9])

Auch ist auf den Umstand noch aufmerksam zu machen, dass bei Tapeten, welche mit einem schlechten, aus fauligen Stoffen dargestellten Leim aufgeklebt werden, sich stets ein höchst unangenehmer Geruch in den betreffenden Wohnräumen entwickelt.

Auch kann die Essigsäure des beim Tapetendruck benutzten Schweinfurter Grüns bei Feuchtigkeit und Schimmelbildung eine Zersetzung erleiden, welche als Hauptproduct die Propionsäure liefert. Bildet diese mit dem Kalk des Mörtels ein

propionsaures Salz, so kann dasselbe durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure zersetzt werden: die sich entwickelnde Propionsäure gibt dann zu einem höchst unangenehmen Geruche Veranlassung.

Zur Gewinnung des Silbers aus Blei auf Bleihütten wird dem geschmolzenen Blei Zink zugesetzt; das Silber legirt sich mit dem Zink und scheidet sich als silberhaltiger Zinkschaum aus; bei dem Acte nun, wenn durch Zusatz von Salzsäure das unlösliche Chlorsilber vom löslichen Chlorzink geschieden wird, kann sich Arsenwasserstoff in sehr grossen Mengen entwickeln, da Blei und Zink nie arsenfrei, die käufliche Salzsäure aber stets sehr arsenhaltig ist.

Wird diese Arbeit an einem offenen Kessel vorgenommen und bleiben die Arbeiter dem massenhaft ausströmenden Gase ausgesetzt, so bilden sich, wie die Erfahrung schon hinreichend bewiesen hat, die schwersten Krankheitszustände aus, welche entweder erst nach Monaten in Genesung übergehen oder sich unaufhaltsam weiter bis zu einem letalen Ausgange entwickeln.

Ein hermetischer Verschluss der Kessel, in welchen der Process vor sich geht, ist absolut erforderlich: die Säure muss langsam durch ein im Deckel angebrachtes und gebogenes Glas- oder Bleirohr zufliessen, damit ein Selbstverschluss stattfindet: ein anderes für die Ableitung des Gases bestimmtes Rohr führt diese in eine Feuerung; die Verbrennungsproducte müssen, ehe sie in den Schornstein gelangen, einen Raum passiren, in welchem auf Hürden Calciumhydrat aufgestreut ist, mit welchem sich die arsenige Säure verbindet. Das entstandene Calciumarsenit muss sorgfältig aufbewahrt und entsprechend verwerthet werden.

Beim Verbleien des Eisenblechs wird letzteres vorher mit Salzsäure oder Schwefelsäure gebeizt; es bildet sich wegen des Arsengehaltes dieser Säuren stets auf der einen Seite Arsenwasserstoff und auf der andern Seite wegen des Kohlen- und Schwefelgehaltes des Eisens Kohlen- und Schwefelwasserstoff. Die Arbeit muss deshalb stets unter einem gut ziehenden Schlot vorgenommen werden, wenn die Quantität der betreffenden Gase gering ist; ihre Qualität fordert aber stets zu grosser Vorsicht auf.

Beim Verzinnen des Eisenblechs dürfen ebenfalls nur reine Schwefelsäure und Salzsäure zum Beizen benutzt werden; aber auch das Zinn kann arsenhaltig sein, obgleich vorschriftsmässig nur reines Zinn genommen werden soll, das ausserdem noch im geschmolzenen Zustande durch eine Decke von Talg vor Oxydation zu schützen ist.

Arsen und Halogene.

1) **Arsenchlorid** $AsCl_3$ bildet sich, wenn man trocknes Chlorgas über arsenige Säure leitet und stellt eine farblose, rauchende Flüssigkeit dar, welche sich mit wenig Wasser mischt, allmählig aber zersetzt:

$$AsCl_3 + 2\,H_2O = AsCl(OH)_2 + 2\,HCl.$$

Durch vieles Wasser zersetzt es sich zu Arsenigsäureanhydrid und Salzsäure.

Einwirkung des Arsenchlorids auf den thierischen Organismus. 2 Grm. Arsenchlorid wurden in einen kleinen Kolben gebracht und erwärmt; mittels der Compressionspumpe wurden die Dämpfe eingetrieben. Nach 8 M. grosse Unruhe, starkes Reiben der Nase, Anschwellen der Augenlieder: nach 10 M. nochmalige Zufuhr der Dämpfe, dann Dyspnoe und Thränen der Augen: nach 16 M. ist die Respiration mit tiefem Einziehen der Weichen verbunden, beständiges Vibriren am Unterkörper, leichtes Zittern des Kopfes: nach 20 M. Herausnahme des Kaninchens. Sein Maul ist weiss von ausgeschiedener arseniger Säure, Cornea trübe, in den Augenwinkeln weisser Schleim und die gerötheten untern Augenlieder ein wenig nach aussen gekehrt: es sitzt mit gespreizten Hinterbeinen und wankendem Kopfe da: nach 7 M. lässt es wie ein Schlafender den Kopf immer tiefer sinken und schreckt dann plötzlich wieder auf, grade als ob es gegen die Betäubung ankämpfen wollte. Nach 10 M. schreit es plötzlich auf und wird convulsivisch eine Strecke weit fortgeschleudert: dann bleibt es mit gespreizten Beinen auf dem Bauche bei unregelmässiger Respiration und schwankendem Kopfe liegen. Unter schlummersüchtigem Zustande, Abnahme der Respiration und des Herzschlags stirbt es nach 35 Minuten.

Section nach 6 Std. Die Schleimhaut der Conjunctiva und der Augenlieder geröthet,

die Hornhaut trübe; die Hirnhäute stark hyperämisch, auf den Corp. quadrigem. etwas geronnenes und flüssiges Blut; Plex. venos. spin. angefüllt; Nacken- und Halsmuskeln stellenweise blutig infiltrirt. Lungen von hellrother Farbe mit braunrother und stellenweise schwarzbrauner Marmorirung; auf den Schnittflächen überall weisser Schaum und flüssiges Blut; ein röthlicher Schaum bedeckt die intensiv dunkelroth gefärbte Trachealschleimhaut bis zum Larynx. Im rechten Herzen und im linken Vorhof schwarzes, fest geronnenes Blut: das flüssige Blut ist braunroth mit einem Stich ins Violette, färbt sich aber an der Luft hellkirschroth; viele Blutkügelchen sind ungleich gerändert und schwach eingekerbt. In der Brusthöhle hat sich ein wenig flüssiges Blut angesammelt. Leber blassbraunroth und ziemlich reich an flüssigem und geronnenem Blute; die Milz blassroth, die Harnblase leer. In den grössern Venen flüssiges und geronnenes Blut; in Lunge und Leber konnte Arsen nachgewiesen werden.

2) 4 Grm. wurden in einem Kölbchen erwärmt und die sich entwickelnden Dämpfe in den kleinen Zinkkasten getrieben, in welchem eine Taube sass. Schon nach 2 M. floss ein weisser Schaum aus der Nase; nach 6 M. 35 kurze Inspirationen binnen $1/4$ M. mit jedesmaligem Oeffnen des Schnabels, dabei grosse Unruhe und Erbrechen; nach 10 M. nochmals Erbrechen und flüssiger Kothabgang; danach Herausnahme der Taube. Die beschleunigte Respiration nimmt ab, nochmaliges Erbrechen; nach $2\frac{1}{2}$ St. stirbt sie bei progressiver Abnahme der Respiration und des Herzschlages unter leichten Convulsionen.

Section nach 12 Stunden. Zwischen Dura mater und den Wirbeln ein sehr dünnes, wässriges Blutextravasat; die Hirnhäute nur schwach injicirt; die Schleimhaut des Schnabels geröthet, geschwollen und mit einer dicken Lage Schleim bedeckt; Lungenschleimhaut injicirt. An der Theilung der Luftröhre eine dünne Lage flüssigen Blutes; die Ränder der Lunge ziegelroth, das übrige Gewebe schmutzigbraun; auf den Durchschnittsflächen des überall braun gefärbten Parenchyms tritt zäher blutiger Schaum hervor. Die rechte Herzhälfte und der linke Vorhof mit schwarzem dickflüssigem Blute angefüllt, welches erst nach 5 Stunden an der Luft dunkelkirschroth wird; viele Blutkügelchen sind ganz zerfallen. Leber schmutzigbraunroth und reich an dickflüssigem Blute; Nieren schmutzigbraun. Im Gehirn, in den Lungen und der Leber konnte arsenige Säure nachgewiesen werden.

Arsenchlorid wirkt bei der Inhalation vorzugsweise durch seine Zersetzungsproducte, die arsenige Säure und die Salzsäure, doppelt giftig ein und erzeugt dadurch den höchsten Grad der Reizung in den Respirationswegen. Die Einwirkung der Salzsäure gab sich beim Kaninchen ganz bestimmt durch die milchige Trübung der Hornhaut kund, während die Dyspnoe der Wirkung der arsenigen Säure angehört, auf welche auch die nervösen Symptome (Vibriren, Zittern) zurückzuführen sind.

Technische Verwendung findet bisweilen noch eine salzsaure Lösung der arsenigen Säure zum Graubeizen des Messings. Dieses Verfahren beruht auf einem Niederschlagen des metallischen Arsens und sollte, wenn auch die betreffenden Gegenstände mit einem Firniss überzogen werden, nicht gestattet sein. Die Procedur ist auch an und für sich gefährlich, weil sich während des Beizens stets Arsenwasserstoff entwickelt.

2) **Arsenbromid** $AsBr_3$ wird durch directes Zusammenschmelzen von metallischem Arsen und Brom dargestellt. Der Körper destillirt unverändert über und bildet eine farblose Flüssigkeit, welche bei 20° zu weissen Krystallen erstarrt.

Einwirkung von Arsenbromid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt in der Glasglocke. Nachdem das Präparat erwärmt worden, werden die Dämpfe mittels der Compressionspumpe eingetrieben; die Taube wird sofort sehr unruhig, schüttelt mit dem Kopfe, bemüht sich zu entfliehen und blinzelt mit den Augen. Aus den Nasenlöchern fliesst eine schleimige Flüssigkeit; nach 5 M. ist die Zahl der Inspir. von 8 auf 17 binnen $1/4$ M. gestiegen. Nachdem noch durch 8 Kolbenstösse neue Dämpfe eingetrieben worden sind, entsteht schwaches Würgen; nach 18 M. 14 Inspir. während $1/4$ M. mit geringem Oeffnen des Schnabels; nach 20 M. Herausnahme.

Die Taube verhält sich ruhig bei Schleimrasseln in der Luftröhre; die Respiration bleibt noch vermehrt. Am folgenden Tage heisere Stimme, welche noch mehrere Tage bei angestrengter Inspiration anhält; Fresslust ungestört; dann vollständige Stimmlosigkeit.

Die Taube wurde 11 Tage nach dem Experimente getödtet; bei der Section fand sich ein umschriebenes croupöses Exsudat im Larynx und zwar an den Stimmbändern im Durchmesser von 2½ Linien; die Lungen waren stellenweise hellroth auf dunkelbraunem Grunde, nicht sehr blutreich und überall lufthaltig. In diesem Falle waren die Dämpfe mit so viel atmosphärischer Luft vermischt, dass es bei der eigenthümlichen localen Einwirkung blieb; durch die croupöse Affection war jedenfalls die Stimmlosigkeit bedingt.

3) **Arsenjodid** AsJ_3 wird durch directes Zusammenschmelzen von metallischem Arsen und Jod dargestellt und bildet eine orangerothe, goldglänzende, krystallinische Masse. In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass bei der Darstellung von Jod und Brom sich Arsenjodid resp. Arsenbromid bilden kann, wenn die angewendete Schwefelsäure arsenhaltig war.

Einwirkung von Arsenjodid auf den thierischen Organismus. 0,6 Grm. Arsenjodid werden erwärmt und die sich entwickelnden Dämpfe mittels der Compressionspumpe in die Glocke getrieben, in welcher eine Taube sitzt. Nach 3 Kolbenstössen ist die Atmosphäre rothbraun; sogleich Unruhe, Blinzeln mit den Augen, Unruhe, Schlagen mit den Flügeln, rasches Erheben und Recken des Kopfes nebst Schliessen der Augen. Die weissen Federn sind gelb geworden, leichtes Würgen; nach 7 M. Feuchtwerden der Nasenlöcher und grosse Unruhe; nach 10 M. Herausnahme der Taube. Anfangs geringes Schwanken, sie schüttelt den Kopf und schleudert dabei den Schleim aus den Nasenlöchern heraus; nach 10 M. unregelmässige Respiration bei sonst ruhigem Verhalten; auch beim Vorwärtsschieben ist sie nicht zum Gehen zu bringen. Nach 6 St. wird sie todt, aber noch warm mit offenstehendem Schnabel und zurückgezogenem Kopfe gefunden.

Section 12 Stunden hernach. Hirnhäute schwach injicirt; in den Plex. ven. spin. geronnenes Blut. Die Nackenmuskeln sind dunkelroth gefärbt, Maul- und Nasenhöhle mit Schleim angefüllt, die Trachealschleimhaut dunkelroth injicirt, an einzelnen Stellen mit einem zarten croupösen Exsudat bedeckt. Lungen hellziegelroth mit rothbrauner Marmorirung, Parenchym überall braunroth; auf seinen Schnittflächen etwas blutiger Schleim. Herzmuskel stark injicirt, im rechten Herzen und im linken Vorhof stark geronnenes, schwarzes Blut; es scheidet sich wenig flüssiges Blut aus, das anfänglich dunkelbraunroth ist, an der Luft aber in dünnen Schichten hellkirschroth wird. Leber von normaler Farbe, arm an dickflüssigem dunklem Blute, Nieren von hellbrauner Farbe.

Die Einwirkung der arsenigen Säure ist hier durch Jod insofern modificirt worden, als letzteres jedenfalls die Erzeugung von croupösem Exsudat auf der Trachealschleimhaut mit bedingt hat.

Arsen und Sauerstoff.

1) **Arsenigsäureanhydrid** As_2O_3, weisser Arsenik, Hüttenrauch, Giftmehl des Handels, kommt in der Natur als Arsenikblüthe vor. Es bildet eine weisse, amorphe Masse, welche allmählig in einen krystallinischen Zustand übergeht; im letztern Falle ist sie in 75 Th. Wasser, als amorphe Säure in 25 Th. Wasser löslich. In kochendem Wasser sind beide Säuren ziemlich gleich löslich, wobei die amorphe Säure wieder in die krystallinische übergeht. Concentrirte Salpetersäure oxydirt das Anhydrid zu Arsensäure; mit Basen geht es salzartige Verbindungen ein.

Einwirkung der Dämpfe von arseniger Säure auf den thierischen Organismus. Eine Taube sass im grossen Glaskasten; 0,5 Grm. arsenige Säure wurden in einer Glasröhre erhitzt und die sich entwickelnden Dämpfe in den Kasten eingetrieben. Schon nach 1 M. entstand Blinzeln mit den Augen bei beständigem Picken zwischen den Federn; nach 10 M. häufiges Schwanken, geringer Ausfluss aus den Nasenlöchern und bald darauf Erbrechen von Schleim. Nach 30 M. war der Vorrath des Arsens verflüchtigt, wovon sich aber wenigstens ein Drittel im vordern Theile der Röhre niedergeschlagen hatte. Nach 34 M. Bauchlage, Blinzeln mit den Augen und Schliessen derselben, Schütteln mit dem Kopfe; nach 40 M. Erbrechen von Wicken und Schleim; nach 50 M. wässriger Kothabgang. Nach 60 M. war die Zahl der Inspirationen von 9 auf 13 binnen ¼ M. gestiegen, starkes Erbrechen; hierauf Herausnahme. Nach 10 M. erfolgte nochmals starkes Erbrechen; sonst nichts Auffallendes. Am folgenden Tage erhebliche Dyspnoe, sehr beschleunigter Herzschlag, aufgehobene Fresslust und starker Durst. Am 2. Tage derselbe Zustand bei sehr grosser Hinfälligkeit und sehr verlangsamtem Herzschlage. Am Abende wurde sie todt gefunden.

Section 8 Stunden hernach. Die Schädelknochen zeigen angefüllte Venen; Dura mater und weiche Hirnhaut mässig hyperämisch; die Plex. ven. spin. mit dickflüssigem dunklem Blute gefüllt. Schwache Injection der Trachealschleimhaut; Lungen von heller Ziegelröthe, auf den Durchschnittsflächen wenig flüssiges Blut. In der rechten Herzhälfte und im linken Vorhofe dickflüssiges Blut; in dicken Lagen erscheint es ganz dunkelroth, in dünnen Schichten hat es mehr einen Stich ins Violette und wird an der Luft hellkirschroth; viele Blutkügelchen sind geschrumpft oder an den Rändern eingerissen. Leber reich an flüssigem dunklem Blute, die untere Hälfte ist an der vordern und hintern Fläche schwarzbraun gefärbt. Die Oberfläche des Magens zeigt angefüllte Gefässe. Chemisch lässt sich in Lunge und Leber sehr deutlich arsenige Säure nachweisen.

Die Erscheinungen stimmen in den Hauptpuncten mit denjenigen überein, welche durch die Einwirkung der arsenikalischen Dämpfe und des Arsenwasserstoffs hervorgerufen werden; bei der arsenigen Säure ist nur noch eine grössere Reizung der äussern Haut und der Schleimhäute zu bemerken. Bei der Taube gab sich diese Reizung durch das Blinzeln der Augen und den starken schleimigen Ausfluss aus den Nasenlöchern zu erkennen.

Bei Menschen erzeugt schon die Berührung der Säure mit der Haut vesiculöse Hautaffectionen; es kann sehr lange bei dieser einfachen Hautreizung bleiben, ehe sich andere Symptome der Arsenvergiftung kund geben. Man beobachtet dies namentlich bei Arbeitern, welche viel mit Schweinfurter Grün manipuliren, oder bei Lohgerbern, welche mittels Rhusma (s. Gerberei) die Enthaarung der Felle bewirken. Das Arsen kann sich in solchen Fällen auch in den Nägeln oder Kopfhaaren ansammeln, ohne dass weitere Krankheitssymptome auftreten; dies zeigte sich z. B. in einem Falle, wo ein Mann 30 Jahre lang in einer Fabrik von Schweinfurter Grün gearbeitet hatte; noch nach 2 Jahren, nachdem er die Fabrik verlassen hatte, konnte in seinen Kopfhaaren Arsen nachgewiesen werden. In solchen Fällen hat sich die arsenige Säure in Arsensäure umgewandelt, und man kann mit höchster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sich aus diesem Grunde keine schädlicheren Folgen kund geben, weil die Arsensäure gleich vielen andern höhern Oxydationsproducten (m. vergl. Chlorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w.) beim Zurücktreten des Radicals die charakteristische Wirkung desselben viel weniger zeigt (s. Arsensäure).[10]) Viel gefährlicher sind die Erscheinungen, wenn die arsenige Säure als arsenikalischer Dampf in grösserer oder geringerer Menge einwirkt. Es entsteht ein schmerzhaftes Brennen der Nasenschleimhaut, der Lippen und Augen, welches durch Waschen mit Wasser wenig gelindert wird; Lippen, Nasenflügel und Augenlieder schwellen vielmehr an, das Gesicht röthet sich, der Gaumen und die Luftröhre werden sehr schmerzhaft; dann bildet sich im Verlaufe von mehreren Stunden, meist trotz aller angewendeten Gegenmittel, der höhere Grad der Vergiftung aus; heftiges Erbrechen, Kolik, Diarrhoe mit Tenesmus und Blutharnen deuten hinreichend auf das vom Blute bereits aufgenommene giftige Metall hin; Ohnmachten, Zittern, vorübergehende Krämpfe in verschiedenen Muskeln, Stiche und Kribbeln in den Extremitäten, Speichelfluss, schmerzhafte Zahnfleischgeschwüre gesellen sich dann zu einer solchen intensiven Vergiftung, welche im glücklichsten Falle, wenn das aufgenommene Metall ausgeschieden wird oder sich in, besonders im Harn nachweisbare, Arsensäure verwandelt, erst nach vielen Monaten unter grosser Schwäche und Hinfälligkeit in Genesung übergeht.[11])

Die chronische Arsenvergiftung bildet sich bei den Hüttenarbeitern aus, wenn längere Zeit hindurch kleinere Mengen des Dampfes oder Staubes von arseniger Säure einwirken. Hier liegt vorzugsweise die Ernährung darnieder;

Haare und Nägel fallen leicht aus, die Haut wird trocken, fast pergamentartig oder ist mit verschiedenen papulösen, pustulösen u. s. w. Exanthemen bedeckt. Jedes Essen erzeugt Uebelkeit. Erbrechen oder Schmerzen im Epigastrium; eine vermehrte Absonderung eines übelriechenden und schwarzen Speichels erzeugt Arrosionen oder kleine Geschwürchen in der Mundhöhle, am Gaumen, Zahnfleisch oder an der Zunge; letztere ist entweder gelblich belegt oder roth und trocken bei grossem Durst; Kolikanfälle fehlen selten bei empfindlichem und meist eingefallenem Unterleibe. Profuse und wässrige Diarrhoe wechselt oft mit Verstopfung und Tenesmus; im letztern Falle zeigt sich dann der Bauch mehr tympanitisch. Nimmt die Krankheit noch zu, was übrigens in der Industrie höchst selten vorkommt, so beobachtet man bei erschwerter und keuchender Respiration einen trocknen Husten, welcher erst später mit einem zähen, selbst blutig gefärbten Auswurfe verbunden ist. Der Kräfteverfall steigert sich um so mehr, je deutlicher eine dem hektischen Fieber ähnliche Fieberreizung oder sogar eine Trübung des Sensoriums hinzutreten. Affectionen sensibler Nerven äussern sich als schmerzhaftes Ziehen und Kribbeln in den Gliedern. Zeigt sich Lähmung der motorischen Nerven, so schreitet die allgemeine Schwäche unter hydropischen Erscheinungen rasch weiter zum Tode; Lähmung der sensiblen Hautnerven ist bisweilen mit Schmerzgefühlen verbunden (Anaesthesia dolorosa).

Auf alle Pflanzen wirkt arsenige Säure giftig ein; die gewöhnlichen Folgen ihrer Einwirkung auf dieselben sind, wenn die Wurzeln mit der in Wasser gelösten Säure in Berührung gebracht oder die Stengel in ein solches Wasser gesetzt werden, meist Veränderung der grünen Farbe in eine braune oder weissliche, oder ein mattes, welkes Ansehen, wie in Folge von Uebergiessen mit heissem Wasser, meist Ausbreitung der Verfärbung am Stengel von unten nach oben und nach dem Laufe der Nerven der Blätter. Die Einwirkung auf die Blumen gibt sich durch Welken, Bräunung, Verwelken und Abfallen ihrer Blätter zu erkennen.

Die Gegenwart des Arsens in den verschiedenen Theilen von Pflanzen, welche seiner Einwirkung ausgesetzt wurden, lässt sich durch die chemische Analyse nachweisen. Es hat sich dabei herausgestellt, dass es nur einer sehr kleinen Menge Arsen bedarf, um eine tödtliche Wirkung auf die Pflanzen hervorzubringen. Da demnach die Pflanzen in der Regel durch ihr Erkranken und Absterben zu ökonomischen Zwecken nicht verwendet werden können, so ist in dieser Beziehung kaum eine Gefahr für die Menschen zu befürchten; auch suchen die Besitzer der industriellen Etablissements gewöhnlich durch Entschädigungen den verursachten Schaden wieder gut zu machen. Sobald die Futterkräuter die Zeichen der arsenikalischen Einwirkung darbieten, ist es ebenso dringend geboten, sie zu vernichten, da alles Vieh sich sehr empfänglich für solche Schädlichkeiten zeigt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass Geflügel in der Nähe der Etablissements, welche Arsen bearbeiten, zu Grunde geht; dasselbe hat man bei Bienen beobachtet, welche höchst wahrscheinlich mit dem in den Blumen abgelagerten arsenikalischen Staube in Berührung kommen und dadurch vergiftet werden.[12])

Der Hochwald sowie die mehr harzige Stoffe enthaltenden Coniferen und unter den Strauchpflanzen die Kartoffeln scheinen für die Einwirkung der arsenikalischen Dämpfe weniger empfänglich zu sein. Befinden sich die Nadel-

hölzer, besonders die Kiefer, noch in einem Alter von 5—6 Jahren, so tritt häufig die Krankheit ein, welche das Schütten genannt wird, in dem abnormen Abfallen aller Nadeln besteht und auch durch schweflige Säure hervorgerufen werden kann (s. S. 153). In manchen Gegenden kann man diese Affection um so mehr als eine Folge der arsenikalischen Dämpfe betrachten, wenn die Kieferbestände nur in der Richtung schütten, in welcher sie von den Hüttengasen bestrichen werden und sonstige schädliche Einflüsse nicht nachweisbar sind. Am meisten werden stets die Wiesen und der Feldbau durch arsenikalische Dämpfe benachtheiligt.

Ueber das Verhalten des Bodens der arsenigen Säure gegenüber sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen; derselbe scheint wenigstens nicht grosse Mengen der Säure zu absorbiren; immerhin kann aber das Eindringen der arsenigen Säure in den Boden mit nachtheiligen Folgen für die Vegetation in der Nähe der betreffenden Etablissements verknüpft sein.[13])

Bekanntlich fand früher vielfältig ein Einweichen des Saatkorns in einer Lösung von arseniger Säure statt, um dasselbe gegen den Brand zu schützen. Obgleich genaue Untersuchungen ergeben haben, dass aus diesem Verfahren kein Bedenken für die daraus zu erzielende Frucht erwächst, so ist es doch wegen der Manipulation mit einem höchst giftigen Körper und der damit verbundenen Gefahr zu verwerfen.[14])

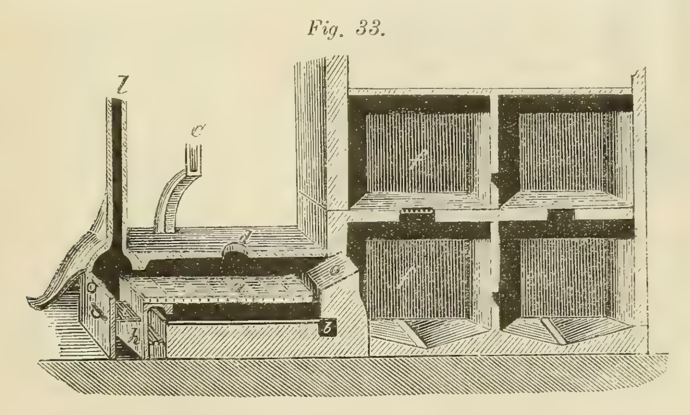
Arsenigsäureanhydrid-Industrie.

Man unterscheidet das Rösten der arsenhaltigen Erze und die Sublimation der erhaltenen arsenigen Säure.

Die Röstung. Die arsenige Säure wird durch Rösten der arsenhaltigen Erze auf Hüttenwerken in Flamm- oder Muffelöfen dargestellt, indem man die entweichenden Dämpfe in Kammern leitet. In Schlesien und Sachsen wird sie auf besondern Hütten, den sogen. Gifthütten, eigens aus Arsenkies gewonnen.

Zu diesem Zwecke wendet man Reverberiröfen, sogen. Arsen-Muffelröstöfen, an; der Boden der Muffel (Fig 33 *a*) besteht aus grossen feuerfesten Thonplatten. Die Verbrennungsproducte sammeln sich in einem Canal (*b*), welcher sich nach beiden Seiten theilt, zwischen doppelten Seitenwänden der Muffel verläuft, somit noch zur Erwärmung der Muffel mitwirkt und schliesslich in den Schornstein (*c*) übergeht.

Fig. 33.



Der Arsenschlich, welchen man bei *d* aufgibt, wird während des Röstens häufig umgekrückt, wobei grosse Vorsicht Seitens der betreffenden Arbeiter erforderlich ist; sie müssen sich hierbei stets Mund- und Nasenhöhle schützen. Die erzeugte arsenige

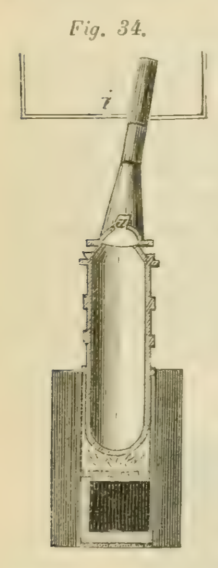
Säure gelangt mittels eines Fuchses (*o*) in die Giftkammer (*f*). Der abgeröstete Schlich wird glühend aus der Muffel gezogen und in einen vor der Feuerung liegenden Kasten (*h*) zur Abkühlung gestürzt, um später auf die betreffenden Metalle wieder bearbeitet zu werden. Wegen der während des Umkrückens und Ausziehens sich stets mehr oder weniger entwickelnden Dämpfe von Arsen resp. arseniger Säure muss vor der Arbeitsöffnung noch ein Rauchfang, welcher in einen nach der Giftkammer führenden Schornstein (*l*) mündet, vorhanden sein: andernfalls ist der Schornstein selbst mit Unterbrechungen resp. Giftfängen zu versehen, um die abziehenden Gase zu nöthigen, sich an den Wandungen zu reiben: dadurch findet die Ausscheidung des Giftmehls möglichst vollständig statt. Der Abkühlungskasten (*h*) wird mit einem Horizontalschieber sofort geschlossen, um dadurch die noch auftretenden Dämpfe von arseniger Säure unter den nahe liegenden Rost zu treiben.

In neuerer Zeit zieht man vielfältig Röstöfen mit Gasfeuerung den Muffelöfen vor, weil die arsenige Säure dabei reiner dargestellt und auch an Brennmaterial gespart wird.

Statt der genannten Giftkammern oder Giftthürme gebrauchen viele Fabricanten lange unterirdisch gelegene, im Zickzack verlaufende Canäle, welche in im Innern der Gebäude liegende Kammern münden, um die Dämpfe in denselben vollständig zu condensiren, weil die eingeschlossen liegenden Kammern länger warm bleiben, daher die heissen Dämpfe in denselben langsam circuliren. Es ist aber zweckmässig, an die letzte Kammer noch einen Koksthurm mit Berieselung anzuschliessen, um die Condensation möglichst vollständig zu bewirken.

Sublimation oder Raffination des Arsen- oder Giftmehls. Das in den Condensationskammern gewonnene Giftmehl ist mit metallischem Arsen oder mechanisch fortgerissenem Schlich verunreinigt und wird deshalb in besondern Kesseln der Sublimation unterworfen.

Fig. 34.



Dieses Verfahren ist schon bei der Verhüttung des metallischen Arsens erwähnt worden, wo natürlich ein Zusatz von Kohle zur Reduction der Säure erforderlich ist. Hier wird die arsenige Säure für sich sublimirt; zu dem Ende setzt man auf gusseiserne Sublimirkessel mehrere cylindrische Ringe von Eisenblech, sogenannte **Straken** (Fig. 34) auf. Der letzte Ring ist mit einem Hute bedeckt, welcher mit einer trichterförmigen Tülle in die Giftkammer mündet. Im Hute befindet sich eine Oeffnung (*a*), um zeitweilig einen Draht einführen und etwaigen Verstopfungen vorbeugen zu können. Je höher die arsenige Säure steigt, desto reiner ist sie; enthält sie noch viel metallisches Arsen, so muss der Process wiederholt werden Die eisernen Ringe dienen als Condensatoren und müssen gut verkittet werden. Die arsenige Säure wird schliesslich als eine glasige Masse gewonnen, während sich in den Condensationskamern das weisse Mehl ansammelt, welches als solches in den Handel kommt oder einer abermaligen Raffination unterworfen wird.

Das Aufschütten des arsenhaltigen Erzes und das Umkrücken des Arsenschlichs sind die gefährlichsten Acte für die Arbeiter, weil sich grade hier stets arsenikalische Dämpfe entwickeln. Das Aufschütten sollte nur mittels der Füllkasten geschehen (s. Schwefelsäure), damit die Arbeiter hierbei nicht den austretenden Gasen ausgesetzt werden. Aus derselben Ursache ist der Rauchfang vor der Arbeitsöffnung absolut erforderlich, um die austretenden Dämpfe sofort in die Giftfänge abzuführen; diese entwickeln sich besonders reichlich, wenn das abgeröstete Erz zu früh aus dem Ofen genommen wird.

Beim Sublimiren oder Raffiniren der arsenigen Säure kommt es ebenso sehr auf die Ableitung der Dämpfe in die Condensationskammern (Fig. 33 *i*) sowie auf die sorgfältigste Lutirung der Fugen zwischen den sog. Straken an, damit auch die geringsten Mengen der Säure vom Arbeitsraume abgehalten werden; geschieht es nicht, so können sich besonders bei diesem Vorgange die gefährlichsten Formen der acuten Arsenvergiftung ausbilden.

Es ist hier der Ort, auf die irrthümliche Anffassung mancher Techniker aufmerksam zu machen, welche den Dampf der arsenigen Säure für weniger gefährlich erachten. Es bedarf keines weitern Beweises, dass der Dampf viel leichter in die Respirationswege resp. in das Blut einzutreten vermag als der Staub der arsenigen Säure, welcher zwar auf den Schleimhäuten zunächst Reizung hervorruft, aber zu einem grossen Theile durch Räuspern u. s. w. wieder ausgeworfen werden kann. Vor dem Staube kann man sich auch leichter schützen als vor dem Dampfe, welcher in so geringen Mengen, dass er kaum wahrnehmbar ist, leicht die gefährlichsten Wirkungen erzeugt. Aus diesem Grunde dürfen auch die Condensationskammern niemals vor vollständiger Abkühlung derselben betreten werden.

Um sich dann vor dem arsenikalischen Staube zu schützen, müssen die Arbeiter mit leinenen Kleidungsstücken versehen werden, welche alle natürlichen Oeffnungen des Kopfes bedecken. Ein solcher Anzug besteht aus Hosen und Kittel; letzterer wird mit einer Schnur um die Hüften zusammengebunden; eine Kappe, welche über den Kopf gezogen wird und bis über die Schultern reicht, wird in ähnlicher Weise um den Hals zusammengezogen; sie ist mit einem in Blech und Blei gefassten Glasfenster versehen.

Auf allen grösseren Berg- und Hüttenwerken finden sich besondere sanitäre Regulative für die Gruben- und Werkvorsteher sowie für die Gruben- und Werkarbeiter, deren Ausführung einer vorschriftsmässigen Controle unterliegen muss.[15])

Auf Gifthütten muss stets das Gegengift von Arsen, Eisenoxydhydrat, vorräthig gehalten werden. Das beste Schutzmittel beruht aber in der sorgfältigsten Ableitung des arsenikalischen Dampfes, in der Dichtigkeit der Sublimirapparate, in der Beachtung der strengsten Reinlichkeit, im Vermeiden von Essen und Trinken in den Arbeitsräumen und im regelmässigen Waschen des Gesichts und der Hände vor jeder Mahlzeit, die mit Vortheil aus Milch und Milchspeisen besteht. Gegen Wundsein ist Lehmbrei ein probates Mittel; viele Arbeiter trinken sogar Lehmwasser als Präservativ.

Die Wiedergewinnung der arsenigen Säure aus den Anilinfarbenrückständen resp. aus der Arseniksäure erfordert ähnliche Vorrichtungen wie auf den sogen. Gifthütten, weshalb dies Verfahren hier erwähnt zu werden verdient, obgleich die daraus erwachsenden Kosten sehr bedeutend sind und auch der beabsichtigte Zweck selten vollkommen erreicht wird. Man benutzt hierzu ebenfalls Herd-Flammenöfen; die Verbrennung lässt einen Rückstand von Kalk zurück, welcher etwa 5 % Arsenik enthält. Die Rückstände bestehen nämlich wesentlich aus arsensaurem Calcium und Anilinharzen (s. die Anilinfarbenfabrication). Die Harze veranlassen beim Verbrennen einen für die Adjacenten höchst unangenehmen Geruch; behufs Condensirung dieser mehr oder weniger arsenhaltigen Dämpfe ist die Herstellung eines langen unterirdischen Canals, der mit einem Kammersystem in Verbindung steht, sehr geboten. Letzteres wird aus gemauerten, 8—10 Quadratfuss grossen, unter- und übereinander angelegten Zellen zusammengesetzt, deren Zahl sich nach der Grösse des Betriebes richtet. Aus diesen kleinen Kammern gelangen die Gase noch in 3 Condensationsthürme, welche 20—30 Fuss hoch und in zwei Theile getheilt sind, um den Weg der Gase noch zu verlängern. Der erste Thurm bleibt trocken, während die beiden andern mit Dornen und nassen Tüchern gefüllt sind und beständig berieselt werden. Am Boden der Berieselungsthürme bildet sich noch immer ein dicker, arsenhaltiger Schlamm: die aus denselben schliesslich in einen hohen Kamin austretenden Gase müssen dagegen so weit von den arsenikalischen Dämpfen befreit sein, dass sie für die Umgebung nicht mehr gefährlich sind.

Eine grössere Gefahr liegt für die Arbeiter in dem Beschicken der Flammenöfen, aus denen sehr leicht die arsenhaltigen Dämpfe in den Fabrikraum austreten können. Die oben erläuterten Einrichtungen zur Ableitung dieser Dämpfe sind daher auch hier in demselben Masse erforderlich.

Das auf diese Weise gewonnene Arsenmehl ist durch Aschenbestandtheile sehr verunreinigt und bedarf daher stets noch einer Sublimation. Benutzt man hierzu

aus zwei oder mehr Retorten bestehende Sublimiröfen mit Kohlenfeuerung, so ist wiederholt darauf aufmerksam zu machen, dass dieselben leicht Risse oder Sprünge bekommen, wodurch dann eine Masse Arsen in die Feuerung gerathen und mit den Feuerungsgasen in die Atmosphäre der nächsten Umgebung entweichen kann. Jedenfalls müssen die Retorten mit dem Kammersystem in Verbindung stehen, um hier das übergetriebene Arsenmehl zum Ablagern zu bringen; noch mehr empfiehlt es sich, für die Sublimiröfen ein besonderes Kammersystem einzurichten. Hoffentlich wird aber die Zeit nicht mehr fern sein, wo man gar keine arsenikalischen Rückstände mehr erhält und dieser höchst gefährlichen und lästigen Reduction der Arsensäure nicht mehr bedarf, denn kein Fabricant wird und kann noch Anstand nehmen, die neue Methode zur Darstellung des Fuchsins zu adoptiren (s. Anilinroth).

Technische Verwendung der arsenigen Säure. Sie kommt als solche und in Verbindung mit Metallen bei sehr vielen Vorgängen in der Industrie zur Anwendung; eine Einschränkung dieser vielfachen Benutzung ist in sanitärer Beziehung durchaus zu wünschen und zu erstreben.

Als Reductionsmittel wurde sie früher wegen ihres billigen Preises bei der Glasfabrication vielfach verwendet. Im ersten Stadium, beim Frittprocesse, wird die arsenige Säure durch den im Glassatz befindlichen Kohlenstoff u. s. w. zu Arsen reducirt, welches sich als arsenige Säure im Arbeitsraum verbreitet, wenn die geschlossenen Häfen in denselben ausmünden; bei offenen Häfen gelangt sie mit den Verbrennungsproducten in den Schlot. Bei geschlossenen Häfen muss daher stets eine besondere Vorrichtung zur Condensation der arsenikalischen Dämpfe angebracht werden (s. Glasfabrication).

Der Zusatz der arsenigen Säure soll ein Entfärben der Gläser bezwecken, ihr Gebrauch ist aber bei der grossartigen Darstellung der Natrongläser sehr eingeschränkt und durch Braunstein, Bleisuperoxyd resp. Mennige ersetzt worden.

Die reducirende Eigenschaft der arsenigen Säure benutzt man auch in der Färberei bei der Indigoküppe, indem das Indigblau seinen Sauerstoff an die arsenige Säure abgibt, Arsensäure bildet und zu löslichem Indigweiss reducirt wird.*) Der Küppenschlamm besteht aus arsenigsaurem und arsensaurem Calcium und muss auf eine geeignete Weise unschädlich gemacht werden.

In der Anilinfarbenfabrication hat die arsenige Säure bisher eine grosse und gefährliche Rolle bei der Reduction des Nitrobenzols gespielt. Die arsenige Säure tritt im Rückstand vorzugsweise als arsensaures und nur theilweise als arsenigsaures Calcium auf.

Als **Conservationsmittel** zum Ausstopfen von Thierbälgen wird es meistens in Form einer Seife eingerieben. Der Staub in solchen Naturaliencabineten hat daher eine sanitäre Bedeutung; es ist aber beim Ausklopfen der verschiedenen Objecte ganz besonders auf diesen gefährlichen Staub zu achten.[16])

Als Gift gegen Ungeziefer überhaupt, besonders als Vertilgungsmittel der Feldmäuse, kommt arsenige Säure noch vielfältig in Anwendung, jedoch im letztern Falle mehr in Verbindung mit Alkalien.

Fliegenpapier ist mit arseniger Säure getränktes Filtrirpapier, welches schädlich wirken kann, wenn es aus Unachtsamkeit als Tabaks- oder Pfeifenzünder benutzt wird; ein Auszug desselben kann auch in verbrecherischer Weise benutzt werden.

In manchen Gegenden wird die arsenige Säure noch als Viehwäsche bei Schafräude, Ungeziefer u. s. w. vielfach benutzt.[17])

Die **Verpackung** der arsenigen Säure und ihrer Präparate erfordert wegen des Verstaubens die grösste Vorsicht. Früher wurde sie als Arsenikglas in Beutel von lohgarem Leder versendet, wobei die spätere Benutzung eines solchen Leders mannigfachen Schaden herbeigeführt hat.

Später benutzte man innen mit Papier verklebte Fässer, die auch gegenwärtig beim Transport der pulverförmigen arsenigen Säure gebräuchlich sind; von aussen wird das ganze Fass in Packleinen eingenäht. Nach dem Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen vom 10. Juni 1870 dürfen alle Arsenikalien nur dann zum Eisenbahntransport angenommen werden, wenn sie in doppelten Fässern oder Kisten verpackt sind. Die Böden der Fässer müssen mit Einlagereifen und die Deckel der Kisten mit Reifen oder eisernen Bändern gesichert werden; die Fässer und Kisten sind von starkem trocknem Holze anzufertigen und inwendig mit Leinwand oder ähnlichen dichten Geweben zu verkleben. Auf dem Collo muss in schwarzer Oelfarbe das Wort „Arsenik (Gift)“ angebracht sein.[18])

*) In ähnlicher Weise benutzt man auch Schwefelarsen.

Zweckmässig würde es sein, an den Stellen, wo die Bretter zusammenstossen, einen Falz oder eine sogenannte Nothleiste anzubringen; dadurch würde die doppelte Holzverpackung unnöthig und sowohl an Pack- als auch an Frachtlohn gespart.

Stets ist zu berücksichtigen, dass das benutzte Material mit der arsenikalischen Substanz verunreinigt ist; dasselbe darf niemals zum Heizen von Backöfen benutzt werden, da der sich bildende Russ und die abziehenden Gase arsenikalisch sind. Selbstverständlich dürfen die leeren Fässer weder zu ökonomischen noch zu andern Zwecken benutzt werden, wobei der Arsengehalt irgend eine Gefahr bedingen kann; nur ihr Auslaugen mit alkalischen Laugen vermag den Arsengehalt grösstentheils zu beseitigen.

Arsenigsaure Salze, Arsenite, stellt man dar, indem man eine Lösung von arseniger Säure mit einer gelösten Base versetzt.

Die Arsenite der Alkalien lösen sich in Wasser, die der andern Metalle in Säuren; ihre Lösungen oxydiren sich allmählig an der Luft zu Arseniaten. Schon die Kohlensäure der Luft zerlegt die Arsenite, namentlich die Alkali-Arsenite; durch Glühen mit Kohle werden sie gleich den Arseniaten reducirt. Die löslichen Arsenite reagiren stark alkalisch.

Das **arsenigsaure Kalium (Kaliumarsenit)** $K_2(AsO_3)$ wird zum Vergiften der Feldmäuse zweckmässig aus 1 Th. arseniger Säure, 1 Th. Pottasche und 25 Th. Wasser durch Kochen in einem eisernen Kessel dargestellt. Zur entstandenen klaren Lösung fügt man noch 25 Th. Wasser hinzu und rührt in die noch warme Flüssigkeit 50 Th. Gersten-, Weizen- oder Haferkörner ein. Bei gelindem Erwärmen und fleissigem Umschaufeln bringt man die Flüssigkeit zur allmähligen Aufsaugung durch die Fruchtkörner, wozu 24—28 Stunden erforderlich sind.

Um den Kessel von jeder Arsenspur zu reinigen, benutzt man abgelöschten Kalk und bringt das damit versetzte Wasser in demselben zum Kochen. Ehe man das Gift legt, müssen 3—4 Tage vorher alle Mauselöcher zugetreten werden, um nur die frisch ausgeworfenen Mauselöcher damit zu belegen.

Zu den **Arseniten der schweren Metalle** gehört das **arsenigsaure Kupfer** $Cu_3(AsO_3)_2$, **Mineralgrün, Scheel'sches Grün,** welches als Malerfarbe und beim Tapetendruck leider noch häufig Verwendung findet. Der zeisiggrüne Niederschlag ist in Säuren und in Ammoniak leicht löslich, in seiner Zusammensetzung aber unbeständig.[19])

Bei der Darstellung im Grossen werden 2 Pfund Kupfervitriol in 24 Pfund warmem Wasser und andererseits 2 Pfund gereinigte Pottasche und 22 Loth Arsenigsäureanhydrid in 8 Pfund Wasser gelöst. Man decantirt die vermischten Flüssigkeiten und wäscht den Niederschlag sorgfältig aus; die Waschwässer sind stets arsenikalisch und kupferhaltig und dürfen deshalb nicht frei abgelassen werden.

Das erste Decantationswasser enthält Kaliumsulfat, arsenige Säure und Kupferoxyd. Es wird deshalb noch häufig zur Darstellung von seegrünen Farben und auch zur Fabrication des **Bremergrüns** benutzt; aus diesem Grunde kann auch das Bremergrün arsenhaltig sein.

Die Löslichkeit des Scheel'schen Grüns in Ammoniaksalzen, in Zuckerlösungen und in schwachen Säuren verbietet seine Verwendung zum Färben von Papieren. Die Verpackung von Conditorwaaren, Schnupftabak, Kaffeesurrogaten u. s. w. in so gefärbten Papieren ist gänzlich unzulässig.

Arsenigsaures und essigsaures Kupfer oder Schweinfurter Grün ist ein krystallinischer Niederschlag von schöner grüner Farbe, welcher in Wasser unlöslich, in Säuren und alkalischen Laugen aber löslich ist.

Bei der Darstellung im Grossen löst man arsenige Säure in Pottasche auf und lässt Grünspan unter Umrühren in die siedende arsenikalische Lösung fliessen. Häufig wird hierbei das Arsen als glasige Säure (Arsenglas) benutzt und muss deshalb zerkleinert werden, wobei sich ein für die Arbeiter gefährlicher Staub entwickelt. Der Mörser, in welchem dies Zerkleinern vorgenommen wird, muss deshalb mit einem Ledersack von hinreichendem Umfange umgeben sein, so dass er gleichzeitig das Pistill möglichst luftdicht umschliesst und das Stossen nicht verhindert. Der Staub erregt leicht Geschwüre an den Händen.

Während des Kochens findet durch den Austritt der Kohlensäure leicht ein Verspritzen statt; die Spritzer werden mit dem Dampfe als Nebelbläschen in den Arbeitsraum fortgeführt, wodurch die Gesichtshaut und die Schleimhaut der Nase häufig gereizt werden. Die Gefässe müssen deshalb bedeckt und mit einem Ableitungsrohre in den Schornstein versehen sein.

Die Abwässer, welche beim Decantiren des Präcipitats entstehen, werden meist wieder benutzt und mit einem kalkhaltigen Kupferhydrat versetzt, um daraus **Papageigrün**, **Neuwieder-**, **Braunschweiger-** und **Bremergrün** darzustellen, so dass alle diese grünen Farben, unter welchem Namen sie auch verkauft werden mögen, von vornherein als verdächtig anzusehen sind, da sie fast durchgängig mehr oder weniger arsenikalisch sind

Hierher gehören auch noch das **Mineralgrün**, welches aus arsenigsaurem Kupfer und Berggrün (Malachit) besteht, und das **Mitisgrün**, eine Mischung von Schweinfurter Grün mit Scheel'schem Grün.

Das **Wiener** oder **Kirchberger Grün**, das **Kaisergrün** und **Neugrün** sind sämmtlich arsenikalisch.

Das fertige Schweinfurter Grün wird ohne Auswaschen in Spitzbeuteln zum Abtropfen und dann auf Hürden in Trockenkammern gebracht, wobei sich grosse, die Arbeiter sehr belästigende Mengen von Essigsäure entwickeln. Gewöhnlich enthält es noch freie arsenige Säure und ist in seiner Zusammensetzung sehr variabel.

Das reine Schweinfurter-Grün wird nie gesiebt: geschieht es, so bezweckt man damit nur betrügerische Zusätze von Lenzin, Schwerspath u. s. w., eine Operation, welche gewöhnlich zum Verderben der Arbeiter in der leichtfertigsten Weise geschieht. Nicht selten kommen darnach die heftigsten, choleraähnlichen Erscheinungen vor.

Es ist bekannt, welche Ausdehnung der Gebrauch des Schweinfurter Grüns und seiner Abkömmlinge seit mehreren Decennien gewonnen hat. Trotz aller neuen, eben so schönen Grüne behauptet das Schweinfurter Grün seine Macht und nimmt immer von Neuem den siegreichen Kampf mit der Concurrenz wieder auf; die sanitäre Ueberwachung dieser Farbe ist daher dringend nothwendig.

Ganz besonders sind es der grüne arsenikalische Anstrich und die Tapeten mit giftigem Grün, welchen man noch in allen Verhätnissen des Lebens begegnet.[20]) Die Wiege, welche den Säugling aufnimmt, bietet ihm gleich im Beginne seines Lebens das arsenikalische Grün, und der Farbkasten für Kinder kann die Ursache von Krankheit und Tod werden; Kinderspielzeuge werden oft durch ihre Farben nur Marterzeuge.*)

So verdienen auch die mit arsenikalischen Kupferfarben bemalten Griffel alle Beachtung, da das Bindemittel Harzseife ist, welche in Wasser löslich ist und daher auch von Kindern leicht abgeleckt werden kann; beim Zuspitzen derselben muss ein arsenikalischer Staub entstehen.

Im weitern Lebenslaufe sind es die Farben der Utensilien für den Hausbedarf, welche mit ihrem Grün die Gesundheit gefährden. Die in neuester Zeit vielfach eingeführten Drahtgeflechte mit arsenikalischem Anstrich dienen als Spinden, Käseglocken u. s. w. Hier kann ein Abblättern der Farbe die Speisen vergiften, weil das sauer reagirende Schweinfurter Grün die Rostbildung einleitet und dadurch das Abblättern der Farbe begünstigt Auf den schützenden Lackfirniss kann man sich hierbei nicht immer verlassen.[21])

Bei den mit Arsengrün gefärbten Wachsstöcken und Stearinlichtern wird beim Verbrennen derselben arsenige Säure in der Flamme zu Arsen reducirt, welches in der äussern Flamme wieder zu arseniger Säure oxydirt wird. Das Kupferoxyd bleibt in der Dochtasche.

Bei grünen Lampen- oder Ofenschirmen kann das Schweinfurter Grün, wenn diese Gegenstände aus Blech bestehen, zerlegt werden, da die Temperatur sich ziemlich hoch steigern kann und der Wasserstoff- und Kohlenstoffgehalt des Oelfirnisses bei dieser erhöhten Temperatur auf das Arsenigsäureanhydrid reducirend wirkt: unter solchen Umständen kann metallisches Arsen verflüchtigt werden.

Noch schädlicher sind die papiernen Schirme, welche durch die hohe Temperatur leicht zum Verkohlen und schliesslich zum Verglimmen gebracht werden: dann entwickelt sich neben arseniger Säure schiesslich metallisches Arsen, wobei die Verbrennung durch das vorhandene Kupferoxyd begünstigt wird. Thatsächliche Beobachtungen, dass eine chronische Arsenvergiftung auf diese Weise herbeigeführt werden kann, liegen vor.[22])

Dass die Traganthverzierungen für Conditorwaaren mit Arsengrün gefärbt

*) Nicht bloss schmerzhafte Koliken, sondern sogar Todesfälle sind dadurch herbeigeführt worden, dass die Kinder die mit Schweinfurter Grün angefüllten Malerpinsel oder die damit gefärbten Spielsachen häufig in den Mund nahmen.

werden, viele grüne Oblaten, Briefcouverts und der Flaschenlack ihre Farbe nur dem Schweinfurter Grün verdanken, ist eine bekannte Thatsache.

Beim Tapetendruck ist Schweinfurter Grün noch stets eine beliebte Farbe, wenn auch alle Erfahrungen die Schädlichkeit dieses Verfahrens nachgewiesen haben. Alte Tapeten dieser Art werden dann wieder zur Darstellung geringerer Papiersorten, z. B. von Löschpapier, Filtrirpapier u. s. w. benutzt, welche als Enveloppen für die verschiedensten Victualien oder zum Filtriren des Kaffees u. s. w. dienen und auf diese Weise das Arsen wieder mit Nahrungs- und Genussmitteln in Berührung bringen.

Sowohl beim Zeugdruck als auch beim Färben im Stück werden arsenikalische Kupferfarben benutzt; in beiden Fällen verbindet sich die Farbe nicht mit der Faser des Zeuges, sondern sie haftet nur mittels eines Klebemittels auf derselben. Beim Zeugdruck wird die grüne Farbe mit Leinölfirniss unter Zusatz von Blei- und Zinkweiss abgerieben, wobei wegen der Staubbildung schon grosse Vorsicht anzurathen ist; die Muster werden so stark aufgedrückt, dass man sie als Erhabenheiten mit den Fingern fühlen kann. Dieser Oelfirniss wird mit der Zeit immer brüchiger und lässt sich abreiben; es liegt auf der Hand, dass auch ein Verstauben desselben mit seinen schädlichen Folgen eintreten kann.

Das Färben im Stück geschieht bei dem sogenannten Tarlatan; hier wird die Farbe mit Leim- oder Gummiwasser oder auch mit aufgelöstem Käsestoff und Dextrin zusammengebracht und das Zeug durch diese Mischung gezogen.

Das leichte Abstäuben der giftigen Farben erzeugt zum wenigsten belästigende Hautreizungen, welchen besonders auch die Nähterinnen beim Bearbeiten dieser Stoffe ausgesetzt sind. Die Macht der Mode ist aber rücksichtslos und kennt nicht die Sorge für die Gesundheit, denn die Tarlatane tauchen immer wieder in neuer Gestalt auf. Wie das Ultramarin zum Bläuen, so wird auch das Schweinfurter Grün zum Lustriren der Stoffe und Papiere in grüner Farbe gebraucht; zu dem Ende wird die grüne Farbe in Salzsäure gelöst und die höchst verdünnte Lösung als Färbebad benutzt. Den durchzogenen Stoff lässt man abtropfen und bringt ihn in eine höchst verdünnte Lösung von kohlensauren Alkalien.

Bei den Papieren wird die Lösung in die Papiermasse gegeben; nach gutem Durchmischen wird Kalk zum Abstumpfen der Säure zugesetzt.

Selbst die im Handel vorkommenden, mit Jodgrün gefärbten Woll- und Seidenstoffe sind sehr häufig arsenikalisch, weil die Befestigung der Farbe mittels arsenigsauren Natriums (Natriumarsenits) bewirkt wird.

Künstliche Blumenfabrication. Sie schliesst sich eng an die mit arsenikalischen Farben gefärbten Stoffe an. Hauptsächlich sind es 1) die grünen Blätter, welche mit Schweinfurter Grün gefärbt werden.

Ihre Darstellung geschieht nach folgenden Methoden: a) Die Blätter werden aus Papier ausgeschlagen, welches mit arsenikalischer Kupferfarbe in der Masse gefärbt ist und nachher geglättet wird. Hierher gehören die Blätter von sehr geringer Sorte, z. B. für Todtenkränze.

Bei der Bearbeitung dieser matten Papiere kann leicht ein Verstauben stattfinden und sind die damit beschäftigten Arbeiterinnen häufig mit Entzündungen der Finger und Augen behaftet.

b) Noch gefährlicher ist das Bestäuben der Blätter. Die aus Papier oder Zeug angefertigten Blätter werden mit einer bestimmten Farbe grundirt und nach dem Trocknen mit Gummi oder Firniss überzogen; hiernach beutelt oder siebt man die dunkelste resp. grobkörnigste Sorte des Schweinfurter Grüns auf. Um diese Sorte von Grün zu erhalten, wird das käufliche Schweinfurter Grün abgesiebt; was hierbei auf dem Siebe zurückbleibt, wird benutzt.

Da diese Operation von den Blumenarbeiterinnen häufig selbst auf ganz unvorsichtige Weise ausgeführt wird, so sind sie in doppelter Beziehung dem gefährlichen arsenikalischen Staube ausgesetzt.

Beim Aufpudern auf die Blätter wird bisweilen noch pulverisirter Bleiglanz, Broncepulver u. s. w. zugesetzt, so dass auch der schädliche Staub dieser Körper noch hinzutritt.

Chronische Augenentzündungen, Anschwellung des Gesichts, Geschwüre an den Händen u. s. w. sind die unvermeidlichen Folgen dieser Arbeit, welche eine sorgfältige sanitäre Beaufsichtigung und die Anordnung von Präventiv-Massregeln erheischen. Man hat noch viel zu wenig die öffentliche Aufmerksamkeit dieser höchst gefährlichen Arbeit zugewendet: nur in Paris ist das Pudern der Blätter verboten: man muss dort die Arsenfarbe mit Terpenthinspiritus oder mit Collodium versetzen, wenn man die Farbe nicht mit Leim verreibt.

c) Die sogenannten Wachsblätter, welche der Natur am nächsten kommen und transparent sind, werden aus gesteiftem Tarlatan ausgeschlagen, mit alkoholischer Pikrinsäurelösung gelb gefärbt, nach dem Trocknen in eine verdünnte Lösung von Indigocarmin eingetaucht und schliesslich mit einer Wachsschicht, die mit Schweinfurter Grün imprägnirt ist, überzogen. Letzterer Act ist nicht ohne Gefahr: wird nämlich das Wachs zu sehr erhitzt, was sich durch einen deutlichen Arsen- resp. Alkarsingeruch verräth, so kann sich Arsen verflüchtigen. Scheidet sich dabei Kupferoxydul ab, so ist der bestimmte Beweis geliefert, dass ein zu hoher Wärmegrad angewendet worden ist (s. Methylverbindungen).

2) Um Knospen, Stengel und Staubfäden aus Zeug darzustellen, mischt man Traganthmasse mit Schweinfurter Grün und behandelt damit das betreffende Papier oder Zeug.

Besteht die Traganthmasse aus Kleister oder Leim und Stearin, so muss die Masse warm gehalten werden: brennt dieselbe unvorsichtigerweise an, so entwickelt sich auch hier Alkarsin, welches sich durch seinen entsetzlichen Geruch hinreichend kennzeichnet: beim Einrühren der Farbe ist Staubbildung möglichst zu verhüten.[23])

3) Die Anfertigung von Wickelgarn und Wickelpapier kommt hierbei ebenfalls in Betracht; beide Theile werden zur Bekleidung der Blumenstiele sowie zum Binden der einzelnen Blumen an die Zweige benutzt. Sie sind fast stets mit arsenikalischen Kupferfarben imprägnirt, denen mehr oder weniger noch Bleichromat zugesetzt wird.

Eine andere Art von mit Schweinfurter Grün gefärbtem Wickelpapier hat als Grundfarbe Pikrinsäure. Die schädliche Wirkung dieser Farbstoffe tritt bei der Bearbeitung um so mehr hervor, wenn die Blumenarbeiterinnen beim Wickeln die Finger mit Speichel befeuchten.

2) **Arsensäure** H_3AsO_4 entspricht der Phosphorsäure, entsteht durch Auflösen der arsenigen Säure in Salpetersäure und stellt beim Abdampfen der Lösung kleine Nadeln dar. Geschieht dieses unter 15°, so krystallisirt sie mit ½ Molec. Krystallwasser ($H_3AsO_4 + \frac{1}{2}H_2O$): auf 180° erhitzt, verliert sie letzteres wieder:

$$2\,H_3AsO_4 = H_4As_2N_7 + H_2O.$$

Sie heisst dann Pyroarsensäure, die sehr unbeständig ist. Bei 200° bildet sich die Metarsensäure $HAsO_3$: beide Säuren gehen schon beim Auflösen in Wasser in Arsensäure über. Bei schwachem Glühen verwandelt sich letztere in Arsensäureanhydrid As_2O_5 und bildet alsdann eine weisse, farblose Masse. Nascirender Wasserstoff, schweflige Säure und Schwefelwasserstoff reduciren die Arsensäure in Arsenigsäureanhydrid: $2\,H_3AsO_4 + 2\,H_2S = As_2O_3 + 5\,H_2O + 2\,S$

Bei der Darstellung im Grossen beobachtet man zwei Methoden: 1) Man leitet Chlorgas in ein breiartiges Gemenge von arseniger Säure und Wasser. Es bilden sich hierbei stets Dämpfe von Arsenchlorid, auch freies Chlor entweicht; es muss deshalb für völlige Dichtigkeit der Gefässe gesorgt werden. Es wird eine Reihe von Woulf'schen Ballons aufgestellt, durch welche die abgehenden Gase strömen und hier so viel als möglich zur Absorption gelangen.

2) Man lässt Salpetersäure auf arsenige Säure in einem thönernen Ballon einwirken; es entwickelt sich hierbei viel Stickoxyd resp. Untersalpetersäure. Auch hier müssen die Gase eine Reihe von Woulf'schen Ballons, welche Wasser und arsenige Säure enthalten, durchstreichen, damit sie vollständig absorbirt werden. Ihr Inhalt besteht dann aus arseniger, Arsensäure, Salpetersäure und salpetriger Säure, den man in die Entwicklungsgefässe zurückbringt.

Bei grossartigem Betriebe ist es erforderlich, die letzten Ballons mit einem Koksthurm in Verbindung zu setzen, um durch Wasserberieselung den Uebergang des Stickoxydes in Salpetersäure zu befördern und gleichzeitig die Nachbarschaft vor Belästigung zu schützen. Bei der erstern Methode dürfte wegen des giftigen Arsenchlorids eine ähnliche Vorrichtung erforderlich sein.

Eine ausgedehnte **Verwendung** hat bisher die Arsensäure zur Erzeugung von Fuchsin gefunden; sie wird daher auch in besondern Geschäften zu diesem Zweck und zwar meistens in Syrupsform dargestellt. Beim Zeugdruck dient sie bisweilen noch als Beize statt der Weinsäure.

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass die wasserfreie Arsensäure die Haut bis zur Blasenbildung irritirt; Manipulationen mit so verdünnten Arsensäurelösungen, dass die saure Reaction verschwunden ist, erzeugen noch Schwellungen der Finger und schmerzhafte Empfindungen unter den Nägeln; die Geschwulst kann sich bis auf die Vorderarme ausdehnen und mit einem fieberhaften Zustande verbinden.

Stohmann[24]), welcher sich zwei Monate lang mit Arsensäure beschäftigte, konnte, trotz seines allgemeinen Wohlbefindens, im Harn und in den Excrementen Arsen nachweisen; auch nahm sein Körpergewicht während dieser Zeit um 10 Kilogramm zu, sank aber nach 9—10 Wochen wieder auf das frühere Gewicht von 75 Kilogramm.

Es ist mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Arsensäure, in verdünntem Zustande vom Organismus aufgenommen, weniger intensiv wirkt als arsenige Säure; sie scheint als solche auch leichter ausgeschieden zu werden.

Arsensaure (oder **arseniksaure**) **Salze, Arseniate,** verhalten sich im Allgemeinen wie die phosphorsauren; man stellt sie entweder durch Zusammenbringen der betreffenden Base mit Arsensäure oder durch Zersetzung eines arsensauren Salzes mit der Salzlösung eines andern Metalls dar. Die primären (zweifach sauren) Arseniate sind meistens in Wasser löslich, die secundären (einfach sauren) und tertiären (neutralen) dagegen meistens unlöslich, mit Ausnahme der Alkali-Arseniate.

Arsensaures Calcium kommt in der Natur als Pharmakolith im Elsass, am Harze und in Baden vor. Künstlich stellt man es durch Fällen einer Chlorcalciumlösung mit arseniksaurem Natrium dar.

Das zweifach saure (primäre) Salz entsteht durch Fällen einer Chlorcalciumlösung mit zweifach saurem arseniksaurem Natrium und ist in Wasser löslich. Das einfach saure (secundäre) Ca_2HAsO_4 und das neutrale (tertiäre) Ca_3AsO_4 Salz sind in chemisch reinem Wasser unlöslich, aber leicht löslich in Wässern, welche Ammoniak, Kalisalze oder Säuren enthalten; deshalb kann Arsensäure nicht aus Flüssigkeiten mittels Calciumsalze präcipitirt werden, wenn irgend eine Ammoniakverbindung oder sonstige fremde Salze, welche seine Löslichkeit begünstigen, zugegen sind, ein Umstand welcher bei der Fuchsindarstellung wohl zu beachten ist.

Arsensaures Kalium KH_2AsO_4 wird als zweifach saures Salz in den Färbereien wie das entsprechende Natriumarseniat benutzt.

Bei der Darstellung im Grossen bringt man Kalisalpeter mit der entsprechenden Menge von arseniger Säure in einem rothglühenden Tiegel zusammen. Unter Entwicklung von Untersalpetersäure entsteht arseniksaures Kalium. Die Schmelze wird in kochendem Wasser gelöst; beim Erkalten erhält man das Salz in farblosen quadratischen Pyramiden und Prismen.

Die sauren Dämpfe enthalten stets eine geringe Menge von arseniger Säure und sind deshalb sehr zu beachten; auch wird bei längerm Schmelzen in offenen Oefen das arseniksaure Salz durch die Kieselsäure der Tiegelmasse leicht zerlegt. Es bilden sich dann kieselsaure Salze und die ausgeschiedene Arsensäure wird entweder durch die Hitze in Sauerstoff und arsenige Säure zerlegt oder durch das Kohlenoxyd reducirt. Auf alle diese Momente ist bei der Darstellung sehr zu achten; jedenfalls muss sie unter einem sehr gut ziehenden Schlote vorgenommen werden.

Arsensaures Natrium. Das tertiäre Salz Na_3AsO_4 ist in Wasser löslich, das secundäre Na_2HAsO_4 entspricht dem gewöhnlichen (einfach sauren) Natriumphosphat und krystallisirt auch wie dieses mit $12H_2O$, während das primäre Salz NaH_2AsO_4 nur mit einem Molec. Wasser krystallisirt und ebenfalls in Wasser löslich ist.

Im Grossen stellt man das Salz durch Erhitzen von Chilisalpeter mit arseniger Säure dar, wobei man die frei werdende Salpetersäure gewinnt. Es sind daher hier dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei der Salpetersäurefabrication am Platze; das Erhitzen muss in sehr gut verschlossenen Gefässen geschehen.

Die salpetersauren Dämpfe sind stets arsenhaltig; die Vorlagen sind daher auch hier mit der grössten Vorsicht zu behandeln und mit der Feuerung in Verbindung zu bringen.

Das zweifach saure (primäre) Salz NaH_2AsO_4 findet vorzugsweise in der Färberei Verwendung, indem es als Kuhkothbad zur Befestigung der Farben dient; es muss wiederholt betont werden, dass aus diesem Grunde noch sehr viele Zeuge und Stoffe in den Verkehr kommen, welche arsenikalisch sind; die Rückstände bei der Fuchsindarstellung liefern gewöhnlich das Material dazu.

Das **arsensaure Magnesium** $MgHAsO_4 + 7H_2O$ kommt in der Natur mit Kalk als Pikropharmakolith vor; mit Ammoniak verbindet es sich zu arseniksaurem Ammonium-Magnesium $Mg(NH_4)AsO_4 + 6H_2O$. Diese Verbindung ist in Wasser fast unlöslich und entspricht vollkommen dem betreffenden phosphorsauren Salze.

Arsen und Schwefel.

1) **Arsenbisulfid** AsS_2 (Realgar, Sandarach, Arsenrubin, Rauschroth) kommt in der Natur in dunkelrothen vierseitigen Säulen vor.

Im Grossen stellt man es auf den sächsischen Hütten durch Erhitzen von gleichen Theilen Arsenkies und Schwefelkies dar. Man benutzt dazu Röhren von 2 Fuss Länge und 5 Zoll Weite mit 1½ Fuss langen und 6 Zoll weiten Vorlagen. Das Erhitzen der Röhren geschieht in Galeerenöfen und zwar bis zur Rothgluth bei guter Lutirung der Vorlagen; man bringt in denselben nur eine kleine Oeffnung zum Entweichen der Wasserdämpfe an. Das in den Vorlagen gewonnene Rohglas wird in Cylindern von Schwarzblech nochmals umgeschmolzen und als flüssige Masse in Formen von Eisenblech abgelassen.

Die Arbeiter haben sich hierbei sorgfältigst vor den sich entwickelnden Dämpfen zu hüten, weshalb über dem Arbeitsherd stets ein Schlot anzubringen ist, der längs des Feuerkamins nach der Giftkammer verläuft.

Das Realgar ist nur in Salpetersäure, Königswasser und Aetzalkalien löslich, aber sonst flüchtiger als Auripigment.

Einwirkung der Dämpfe von Arsenbisulfid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sass im grossen Glaskasten; reines Arsenbisulfid wurde erwärmt und mittels der Compressionspumpe die sich entwickelnden Dämpfe eingetrieben. Nach 30 Kolbenstössen Blinzeln mit den Augen; nach 10 M. Putzen mit dem Schnabel; nach 17 M. beschwerliche Respiration unter jedesmaligem Oeffnen des Schnabels; nach 25 M. grosse Unruhe und Zittern; nach 45 M. Erbrechen mit starkem Würgen; dasselbe wiederholte sich mehrmals; die Athmung ist wenig verändert. Nach 1 St. 15 M. Durchfall und Erbrechen; nach 1 St. 45 M. 12 beschleunigte Inspirationen binnen ¼ M. Nach 2 St. Herausnahme, nachdem 0,46 Grm. AsS_2 verbraucht worden.

Ausser mehrmaligem Erbrechen trat keine auffallende Veränderung ein; die Taube blieb gesund. In dem grössern Raume und bei der raschen Condensation der Dämpfe hatte sie jedenfalls nur ein sehr geringes Quantum inhalirt. Bei der grossen Empfänglichkeit der Vögel für giftige Gase scheint jedoch aus diesem Versuche hervorzugehen, dass die Dämpfe von Realgar im Vergleiche zu den der übrigen Arsensulfide am wenigsten giftig einwirken.

Verwendung findet Realgar bei der Kattundruckerei, beim Tapetendruck, als Malerfarbe und bei der Schrotfabrication, wo das Arsen in's Blei übergeht, während der Schwefel die Ausscheidung des Kupfers aus dem Blei bezweckt. Zur Darstellung des Weissfeuers verwendet man 24 Th. Salpeter, 7 Th. Schwefel und 2—3 Th. Realgar;

dasselbe sollte in geschlossenen Räumen, wie in Theatern, gar nicht zur Anwendung kommen, da bei der Verpuffung nicht alles Arsen als arsensaures Salz zurückbleibt, sondern ein grosser Theil desselben sich als arsenige Säure verflüchtigt; auch schweflige Säure tritt auf. Das Antimon ersetzt in diesen Fällen das Arsen vollkommen.

2) **Arsentrisulfid** As_2S_3, **Auripigment, Operment, Rauschgelb,** kommt in der Natur in Verbindung mit Realgar vor und stellt goldgelbe, glänzende Blättchen dar. Auf den Hütten wird es dargestellt, indem man ein Gemenge von einer entsprechenden Menge arseniger Säure und gepulverten Schwefels in den bei der Raffination der arsenigen Säure zur Verwendung kommenden Sublimirkesseln bis zur Rothgluth erhitzt, wobei die Dämpfe sorgfältigst in die Flugstaubkammern abzuleiten sind. Die Einrichtung derselben und die nothwendigen Vorsichtsmassregeln richten sich nach dem Umfange der Fabrication und sind nach den bereits entwickelten Principien stets zur Ausführung zu bringen; um eine gute Waare zu erzielen, nimmt man gewöhnlich eine zweite Sublimation vor.

Das Rauschgelb des Handels besteht gewöhnlich aus arseniger Säure und Operment; seine Dämpfe sind deshalb sehr gefährlich. Da Realgar und Auripigment als glasige Masse gewonnen werden, so hat man ganz besonders auf die Beschaffenheit des Staubes, welcher beim Pulverisiren entsteht, Rücksicht zu nehmen und die erforderlichen Vorsichtsmassregeln zu treffen, weil beide Schwefelverbindungen fast stets freie arsenige Säure entfalten.[25])

Einwirkung von Arsentrisulfid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sitzt im grossen Glaskasten; die Dämpfe von 0,903 Grm. käuflichem As_2S_3 werden eingetrieben. Nach 10 M. Würgen und nach 15 M. beschwerliches Athmen mit Oeffnen des Schnabels, nach 20 M. Erbrechen. Da nach 1 Stunde keine weitern Veränderungen eintreten, wird sie herausgenommen; Nachmittags hält die beschwerliche Respiration mit deutlichem Rhonch. sibilans bis spät in die Nacht hinein an. Am andern Morgen wird sie schon gegen 6 Uhr todt gefunden.

Section nach 12 Stunden. Die Augen tief in den Augenhöhlen liegend, der Schnabel mit Schleim angefüllt; am Ausgang des Kropfes 2 Wicken. Das Zellgewebe in der Umgebung des Kropfes und der Trachea enthält sehr entwickelte venöse Gefässe, hier und da ein kleines Blutextravasat. In den grössern Venen, im rechten Herzen und im linken Vorhof geronnenes und dickflüssiges Blut. Lungen von hellrother Farbe mit einzelnen braunen Marmorirungen, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut ohne Schaum; das Lungenparenchym theils von rother, theils von braunrother Farbe; Trachealschleimhaut vorzugsweise an der Bifurcationsstelle injicirt. Leber nur an einzelnen Stellen von dunkler Farbe; Nieren blassgrauroth. Die Gefässe des Magens und Mesenteriums injicirt. Hirnhäute und Gehirn zeigen sich blutleer; nur an der Basis cerebri ist die Pia mater injicirt: Plex. venos. spin. mit dickflüssigem Blute angefüllt. Viele Blutkügelchen sind unregelmässig oder seitlich eingerissen; das dunkle Blut erscheint nur in ganz dünnen Schichten violettroth.

Die tödtliche Wirkung ist sicher die Folge der auftretenden schwefligen und arsenigen Säure; die reizende Einwirkung dieser Dämpfe auf die Respirationswege gibt sich daher ganz besonders kund. Die bisher vielfach aufgestellte Behauptung, dass die Sulfide des Arsens nicht giftig seien, ist daher nicht richtig, namentlich wenn es sich um eine Handelswaare handelt.

Technische Verwendung findet das Auripigment nur wenig; als Malerfarbe heisst es Königsgelb, ist aber als solche durch Chromblei verdrängt worden. In der Färberei wird es nur noch selten zur Reduction des Indigos in alkalischer Lösung benutzt. Am meisten diente es bisher in der Gerberei als Haarvertilgungsmittel; als Rhusma der Orientalen wird es zu diesem Zweck mit Aetzkalk gemengt:

$$2 As_2S_3 + 3 Ca(OH_2) = 2 As_2O_3 + 3 Ca(SH)_2.$$

In sehr vielen Fällen kann es aber durch Calciumsulfhydrat $Ca(SH)_2$ vertreten werden, welches durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in einen Brei von Calciumhydrat $Ca(OH)_2$ dargestellt wird und in sanitärer Beziehung jedenfalls den Vorzug verdient (s. Gaskalk).

3) **Arsenpentasulfid** As_2S_5 wird nur künstlich in der Weise dargestellt, dass man durch Auflösen von Arsentrisulfid in einer Kaliumsulfidlösung unter Zusatz von Schwefel zuerst Kaliumsulfarseniat K_3AsS_4 darstellt, welches sich durch Säuren in Arsenpentasulfid zersetzt:

$$2 K_3AsS_4 + 6 HCl = 6 KCl + 3 H_2S + As_2S_5.$$

Es stellt ein gallgelbes Pulver dar, welches dem Trisulfid entspricht und selten noch zum Anstreichen und beim Tapetendruck verwendet wird.

Einwirkung der Dämpfe von Arsenpentasulfid auf den thierischen Organismus. Eine Taube sass im grossen Glaskasten; nach 20 Kolbenstössen Blinzeln mit den Augen, Ausfluss von Schleim aus den Nasenlöchern, nach 10 M. setzt sie sich unter Würgen nieder, nach 20 M. Schliessen der Augen, starkes Schütteln mit dem Kopfe, 7 angestrengte und ungleiche Inspirationen binnen $\frac{1}{4}$ M. bei weit geöffnetem Schnabel, nach 35 M. Husten nach jeder Inspiration, mehrmaliges Erbrechen. Nach $1\frac{1}{2}$ St. Herausnahme, nachdem 0,48 Grm. Arsensupersulfid verdampft resp. verbraucht worden. Schleimrasseln bei beschwerlicher Respiration hält an; Rasselgeräusche und vermehrter Herzschlag sind die auffallendsten Erscheinungen. Nach 3 Stunden wird die Taube todt gefunden.

Section nach 20 Stunden. Aus dem Schnabel ist eine trübe Flüssigkeit geflossen, welche aus dem Kropfe gekommen. Unter den Hirnhäuten ist nur die Pia mater injicirt, die Plex. ven. spin. sind mit dickflüssigem Blute gefüllt. Beim Durchschneiden der Brustmuskeln tritt dickflüssiges Blut aus; das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea injicirt, ebenso die Schleimhaut der Trachea. Lungen blassroth, an der hintern Seite des linken untern Lungenlappens ein 6 Linien langes und 3—4 Linien breites Blutextravasat unter der Pleura; das untere Dritttheil des rechten untern Lungenlappens ist braunroth gefärbt, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut; in den kleinsten Bronchialverzweigungen ein gelblicher Schleim, in welchem man mittels des Mikroskops kleine rothe Krystalle von Arsenpentasulfid wahrnimmt. Herz äusserlich injicirt; im rechten Herzen und im linken Vorhof schwarzes geronnenes Blut, ebenso in den grössern Venenstämmen. Leber von dunkelbraunrother Farbe und reich an dickflüssigem und geronnenem Blute; Nieren blassbraun. Das dunkle Blut röthet sich kaum an der Luft, beim Eintrocknen erscheint es schmutzig-braunroth.

Die reizende Einwirkung der Dämpfe dieser Verbindung auf die Respirationswege gibt sich in einem höchst auffallenden Grade zu erkennen; bemerkenswerth ist noch der Nachweis der kleinen Krystalle dieses Arsensulfids im Bronchialschleim.

Jedenfalls hat die schweflige Säure an dieser reizenden Wirkung einen wesentlichen Antheil, obgleich die starke Dyspnoe, welche sich während des Versuchs zeigte, durch beide Zersetzungsproducte, die arsenige und schweflige Säure, erzeugt wurde. Bedenkt man, dass die Taube kaum den fünften Theil des Präparats inhalirt hat, so geht hieraus dessen Gefährlichkeit hinreichend hervor; es ist daher unzweifelhaft, dass die Arbeiter sich vor der Einwirkung des Dampfes und auch des Staubes dieser Schwefelverbindungen des Arsens hüten müssen.

Arsen und Phosphor.

Arsenphosphid kann im rohen Phosphor des Handels vorkommen, wenn bei der Darstellung des Phosphors aus saurem Calciumphosphat arsenhaltige Schwefelsäure benutzt worden ist; die Verbindung kann alsdann im Anfange der Destillation auftreten und auf die Arbeiter höchst nachtheilig einwirken. Sie stellt eine schwarze, glänzende, spröde Masse von einem unbestimmten Verhältnisse dar und bildet sich beim Zusammenschmelzen von Phosphor und Arsen unter Wasser.

Einwirkung von Arsenphosphid auf den thierischen Organismus. Eine Taube bleibt in der mit den Dämpfen von Arsenphosphid angefüllten Glocke anfangs ruhig sitzen; nach 3 M. Schütteln mit dem Kopf und einzelne Zuckungen, nach 5 M. Erzittern des ganzen Körpers mit Hustenreiz, nach 8 M. 10 mit kurzem, erschütterndem Husten verbundene Inspirationen; nach 10 M. Herausnahme. Ruhiges Verhalten und häufiges Aufblähen, 13 regelmässige Inspirationen binnen $\frac{1}{4}$ M.; am folgenden und zweiten Tage beschwerliche Respiration und Stimmlosigkeit. In der darauf folgenden Nacht stirbt die Taube.

Section nach 20 Stunden. Schnabel weit offen stehend, mässige Injection der Hirnhäute, die Plex. venos. spin. fast leer, Brustmuskeln dunkelroth gefärbt, beim Durchschneiden derselben etwas geronnenes Blut; Nasenschleimhaut geröthet und geschwollen, der ganze Larynx ist mit einer festen croupösen Masse angefüllt, welche im Zusammenhange herausgeschält werden kann; die Schleimhaut daselbst fällt durch eine intensive Röthe auf. Im linken Bronchus ein linsengrosses croupöses Exsudat;

auch hier ist die Schleimhaut gerötheter als an andern Stellen. Lungen hellziegelroth mit schmutzig-brauner Marmorirung, auf den Durchschnittsflächen etwas geronnenes Blut; letzteres füllt besonders die Lungenvenen aus; beim Zusammendrücken der Lunge tritt auf den Durchschnitten viel röthlicher Schaum aus. Im rechten Herzventrikel und ganz besonders im rechten Vorhof viel geronnenes Blut; im Allgemeinen findet sich nur wenig flüssiges Blut vor, das sich an der Luft etwas heller röthet, beim Eintrocknen aber wieder schmutzig-braunroth wird; mehrere Blutkügelchen sind ungleich und am Rande eingerissen. Leber von normaler braunrother Farbe, enthält schwarzes geronnenes Blut, das sich vorwaltend in allen grössern Venen findet; Corticalsubstanz der Nieren injicirt. Chemisch konnte Arsen in Lunge und Leber nachgewiessen werden.

Charakteristisch ist im vorliegenden Falle die Entstehung einer vollständigen Angina membranacea, wie sie in keinem pathologischen Falle ausgebildeter vorkommen kann; auch der Ausgang des Croups, acutes Lungenödem, fand sich vor. Die Verbindung von Arsen und Phosphor übt somit einen bedeutenden Reiz auf der Respirationsschleimhaut aus, dessen Wirkung den Folgen der inhalirten Dämpfe von Phosphortrijodid höchst ähnlich ist. Wahrscheinlich ist es in beiden Fällen die phosphorige Säure, welche vorzugsweise die entzündlichen Erscheinungen in den Respirationsorganen bedingt, obgleich sie allein nicht den croupösen Process in einem so prägnanten Grade zu erzeugen vermag; zur Ausbildung desselben scheint die Mitbetheiligung von Jod, Brom oder Arsen nothwendig zu sein, wie besonders aus der Wirkung des Arsenjodids und Arsenbromids erhellt.

Antimon Sb.

Antimon findet sich selten gediegen, sondern in Verbindung mit Silber, Nickel, Arsen und Kupfer.*) Meistens kommt es mit Schwefel verbunden als Grauspiessglanzerz Sb_2S_3 (Antimonium crudum) vor; dasselbe wird mit Eisen in einem Tiegel geschmolzen, wobei sich Antimon als Regulus ausscheidet und der Schwefel mit dem Eisen verbindet.

Antimon (Stibium) ist von bläulich-zinnweisser Farbe, von krystallinisch blättrigem Gefüge, schmilzt bei 430° und destillirt in Hellrothgluth bei Abschluss der Luft; an der Luft verbrennt es mit leuchtender Flamme zu Antimonoxyd Sb_2O_3. Kochende concentrirte Schwefelsäure führt es unter Entwicklung von Schwefligsäureanhydrid in Antimonsulfat über; Salzsäure greift es nicht an, Salpetersäure oxydirt es zu Antimonoxyd und Antimonsäure, Königswasser zu Antimonsäure.

Wirkung der Antimondämpfe auf den thierischen Organismus. Es kann hierbei nur von den Oxydationsproducten, namentlich von Antimonoxyd, die Rede sein, da sowohl bei der Verhüttung als bei der Darstellung der verschiedenen Spiessglanzpräparate in den chemischen Fabriken die Dämpfe von Antimonoxyd sich geltend machen. Es darf aber hierbei nicht übersehen werden, dass Arsen ein treuer Verbündeter von Antimon ist und in den meisten Fällen als arsenige Säure diese Dämpfe begleiten wird. Dadurch hat sich bei der Beurtheilung dieser Antimondämpfe manche Unklarheit eingeschlichen und dem Antimonoxyd werden viele Symptome zugeschrieben, welche offenbar der Wirkung der arsenigen Säure angehören.[1])

Sicher wirkt Antimonoxyd nachtheilig auf die Digestionsorgane; es kann sich Erbrechen bei belegter Zunge, Magendruck, aufgetriebener Leib und ge-

---

*) Oesterreich-Ungarn, Frankreich, Algier, Amerika, Sibirien, Indien, weniger Deutschland (Harz, Sachsen, Westphalen) besitzen Antimonerze.

störte Leibesöffnung ausbilden, je nachdem die Dämpfe längere oder kürzere Zeit, mehr oder weniger concentrirt einwirken. Als charakteristisch für Antimonoxyd kann auch die Einwirkung auf die Harn- und Geschlechtsorgane betrachtet werden; wenn demnach Arbeiter, welche den concentrirten Antimonoxyddämpfen längere Zeit ausgesetzt waren, an Drängen und Schmerzen im Blasenhalse, brennenden Empfindungen in der Harnröhre mit schleimigem Ausflusse leiden, sogar über Impotenz mit Verkleinerung der Hoden klagen, so widersprechen solche Angaben nicht der Wirkung des Radicals, welches aber bei der höhern Oxydationsstufe, bei der Antimonsäure, ganz in den Hintergrund treten dürfte.

In der Industrie hat man immerhin alle Vorsichtsmassregeln zu treffen, um die Condensation dieser Dämpfe sicher zu stellen und zwar um so mehr, als man in den meisten Fällen beim Antimon auch der arsenigen Säure begegnen wird.

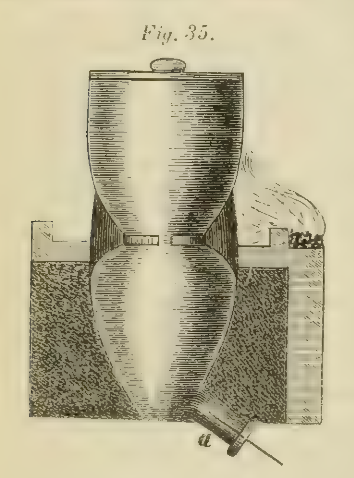
Antimonindustrie.

Zur Darstellung des Antimons benutzt man das Antimonium crudum (Grauspiessglanzerz), welches ausgesaigert und alsdann der Röstung oder der Reduction unterworfen wird.

Die **Saigerung** ist ein Ausschmelzen, wobei 2 Tiegel ineinander gestellt werden, von denen der obere einen durchlöcherten Boden hat. Die Flamme des Ofens bestreicht nur den obern Tiegel, welcher das auszusaigende Erz enthält, während der untere in heissem Sande oder in heisser Asche steht.

Nach einer andern Methode ist der zweite Tiegel, der Recipient, feststehend und mit einem Abzugsrohr versehen (Fig. 35, *a*), welches mit Thon verschmiert wird, späterhin aber zum Ablassen des Schwefelantimons dient. Sämmtliche Tiegel stehen kreisförmig in einem langgestreckten Gewölbe, in dessen Mitte der Schlot abgeht, welcher mittels eines schief liegenden und lang geschleiften Canals mit dem Hauptkamine in Verbindung stehen muss. Es entsteht somit eine Art von Gestübbekammer, in welcher sich die arsenige Säure und das Antimonoxyd ablagern, während schweflige Säure in ziemlich bedeutender Menge mit den Verbrennungsgasen abgeht. Auch die Menge von Antimonoxyd ist bisweilen nicht unerheblich und kann bei Unterlassung von Vorsichtsmassregeln die Benutzung der in der nächsten Nähe solcher Etablissements wachsenden Futterkräuter insofern beeinträchtigen, als beim Rindvieh häufig Erbrechen eintritt und Pferde sogar nach einem so verunreinigten Futter crepiren können, namentlich wenn das Antimonoxyd gleichzeitig mit arseniger Säure vorkommt.

Fig. 35.



Die sanitären Uebelstände zeigen sich besonders, wenn das Antimonerz unmittelbar auf den geneigten Herd eines Flammenofens gebracht wird; das ausgesaigerte Schwefelantimon fliesst dann mittels einer Rinne nach einem ausserhalb des Ofens stehenden Recipienten ab.

Röstung des Schwefelantimons. Das durch Saigerung gewonnene Schwefelantimon (Antimonium crudum) wird in einem Flammenofen so lange unter Umrühren geröstet, bis es grösstentheils in Antimonoxyd übergeführt ist, wobei sämmtliches Arsen als arsenige Säure und sämmtlicher Schwefel als schweflige Säure entweichen; auch grosse Mengen von Antimonoxyd können sich hierbei verflüchtigen:

$$Sb_2S_3 + 9\,O = Sb_2O_3 + 3\,SO_2.$$

Auch hier sind Gestübbekammern für die Condensation der Dämpfe von Antimonoxyd und arseniger Säure erforderlich. Das geröstete Gut heisst Spiessglanzasche und gelangt in Tiegeln zur Reduction, nachdem es mit rohem Weinstein oder mit Kohle und Natriumcarbonat gemischt ist; unter der sich bildenden Schlacke erstarrt der Regulus langsam.

Reduction des Schwefelantimons. Wählt man statt der Röstung die Reduction des Schwefelantimons, so schmilzt man es in Tiegeln direct mit Eisen zusammen, wobei sich das Antimon am Boden des Tiegels metallisch ausscheidet und der Schwefel mit dem Eisen verbindet.

$$Sb_2S_3 + 3Fe = FeS + 2Sb.$$

Bei der Reduction mittels Zuschläge entwickeln sich keine schädlichen Gase oder Dämpfe; die Schlacken sind nur wegen ihres Gehaltes an Schwefelnatrium resp. Schwefeleisen beachtenswerth.

Um die letzten Spuren von Arsen im Antimon zu beseitigen, muss dasselbe mit entwässertem Glaubersalz, Kohle und metallischem Eisen nochmals umgeschmolzen werden, wobei alles Arsen sich mit Schwefelnatrium verbindet und als Schwefelarsen-Schwefelnatrium in der Schlacke bleibt.

Das sanitäre Interesse wird am meisten vom Saigerungsprocess in Anspruch genommen und hierbei ist die grösste Sorgfalt auf die sich entwickelnden Dämpfe zu richten, zu deren Condensation Gestübbekammern nicht zu entbehren sind. Es handelt sich hierbei vorzugsweise um das Antimonoxyd, welches zwar arsenhaltig ist, aber zur Gewinnung des metallischen Antimons mit benutzt werden kann. Die Ablagerung der arsenigen Säure ist jedoch im Allgemeinen nicht erheblich, da der grösste Theil davon im Saigerproduct bleibt. Für die Absorption der schwefligen Säure ist bis jetzt bei diesem Process fast nichts geschehen, obgleich dieselbe für die Umgegend höchst belästigend werden kann; es wären deshalb auch hier Condensations- und Absorptions-Vorrichtungen für dieses belästigende und schädliche Gas geboten. Neuerdings verwerthet man SO_2 sehr zweckmässig zur Darstellung der schwefligsauren Salze, welche beim Zugutemachen der Schlacken zur Anwendung kommen.

Die Schlacken werden nämlich auf Kermes minerale verarbeitet; zu dem Ende werden sie unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln gepocht und unter Zusatz von Soda siedend heiss extrahirt. Die heisse, klar filtrirte Flüssigkeit setzt beim Erkalten den Mineralkermes, ein Gemisch von Schwefelantimon mit Antimonoxyd, ab. Die hier abfallende Flüssigkeit, welche alles Arsen enthält, wird mit einem schwefligsauren Alkali behandelt, durch welches nach schwacher Ansäuerung mit Salzsäure Antimonzinnober präcipitirt wird.

Die hierbei abfallende Flüssigkeit enthält ausser den Chloralkalien noch so viel unterschwefligsaure Salze, dass diese wieder gewonnen werden können. Die ausgelaugten Schlackenrückstände enthalten noch Schwefelantimon und Schwefeleisen; sie können beim Verwitterungsprocess die Bildung von H_2S und Eisenvitriol veranlassen; man muss sie daher an einem geeigneten Orte ablagern In seltenen Fällen enthalten die Schlacken auch Gold, was dann selbstverständlich zu verwerthen ist und zwar unter Verpuffung mit Salpeter und Ausziehen mit Salzsäure

Der gewonnene Mineralkermes wird als Anstrichfarbe und neuerdings auch in der Kautschukindustrie zum Vulcanisiren benutzt. Die Anwendung eines solchen röthlich gefärbten Kautschuks für ökonomische Zwecke, namentlich für Bierpumpen, Saugflaschen, Saughütchen, Stöpsel u. s. w. ist nicht nur verwerflich, sondern sollte gänzlich verboten werden.

Der Antimonzinnober wird in der Technik vielfach zum Anstreichen benutzt; es ist aber hierbei zu beachten, dass er alles Arsen der Schlacke enthält und zwar als Arsentrisulfid (As_2S_3).

Antimon und seine Legirungen.

Die vorzüglichsten Legirungen sind Britanniametall, Schriftmetall, Schüsselmetall, Spiegelmetall und eine Legirung zum Ausfüttern der Lager bei Loco-

motivachsen; auch wird bisweilen der Glockenspeise Antimon zugesetzt, um die Schmelzbarkeit und Klangfähigkeit zu vermehren.

Das Mischungsverhältniss der verschiedenen Metalle variirt, je nachdem eine besondere Eigenschaft mehr oder weniger hervortreten soll. Das Schriftmetall ist gewöhnlich aus 75 Th. Blei, 20 Th. Antimon und 5 Th. Zinn zusammengesetzt, nicht selten werden auch Kupfer, Nickel, Zink oder Wismuth zugesetzt. Folgende Legirung kommt nicht selten vor: 67 Th. Blei, 25 Th. Antimon, 5 Th. Zinn und 3 Th. Kupfer. Die Menge des Antimons kann bis zu 30—34 % gesteigert oder auch auf 16 % reducirt werden; letztere Legirung wird z. B. beim Giessen der Stereotypplatten benutzt. Diese Legirungen werden in der Weise dargestellt, dass das Blei zuerst in einem eisernen Kessel geschmolzen wird und die andern Metalle allmählig zugesetzt werden. Bei richtig geleiteter Operation entwickeln sich keine metallischen Dämpfe; jedoch ist beim Ueberhitzen des Metallgemisches sowie bei einem Arsengehalte des Antimons eine Entwicklung giftiger metallischer Dämpfe möglich; deshalb ist die Darstellung der Legirung stets unter einem gut ziehenden Rauchfange vorzunehmen. Das Metall wird nun mittels Kellen ausgeschöpft und in Formen gegossen, wodurch es in Barren gewonnen wird; es hat einen krystallinischen Bruch, ist weich und färbt deshalb leicht ab.

Das Typengiessen ist viel weniger mit einer schädlichen Exhalation verbunden, da der Schmelzpunct der Legirung weit unter dem Verflüchtigungspuncte liegt. Ein Abzug mittels eines Rauchfanges ist hier weniger wegen der Exhalation schädlicher Dämpfe als wegen Ableitung der strahlenden Wärme anzubringen. Beim Giessen selbst haben die Arbeiter von den Metallspritzern zu leiden, weshalb ihre Hände meistens verbrannt sind; letzteres wird durch die Anwendung von Giessmaschinen vermieden.

Nach dem Giessen ist vorzugsweise das Schleifen der Typen in sanitärer Beziehung zu beachten; dasselbe geschieht auf einem rauhen Sandstein und kann der hierbei abfallende Metallstaub schädlich einwirken, wenn nicht die gehörige Reinlichkeit und Vorsicht beobachtet werden; gewöhnlich geschieht diese Arbeit durch Mädchen. Ein Zusatz von Wasser beim Schleifen würde die Gefahr sehr vermindern.

Nach dem Schleifen kommen die Typen zum Richten und Hobeln und werden auf dem Richttische mittels des Stosshobels und der Ziehklinge bearbeitet. Hier tritt ebenfalls Metallstaub auf, welcher besonders bei der Anwendung der Ziehklinge einwirken kann, da dieselbe in der Weise gehandhabt wird, dass die Bewegung gegen den Arbeiter hin geschieht.

Beim Schleifen und am Hobeltisch ist eine Intoxication, welche mit der Bleikolik die grösste Aehnlichkeit hat, am häufigsten beobachtet worden, obgleich auch Fälle vorkommen, dass 30—40 Jahre lang diese Arbeit ohne sichtbaren Schaden ausgeführt worden ist. Die grösste Reinlichkeit kann hier nur Schutz gewähren; der Staub ist zu schwer, als dass er sich weit erheben könnte. Die Behauptung, dass Schriftgiesser häufig von Lungenschwindsucht und Wassersucht hinweggerafft werden, ist nicht begründet. Bezüglich des Essens im Fabriklocale, der Reinigung des Körpers u. s. w., sind die bei der Bleiweissfabrication erwähnten Vorsichtsmassregeln zu beachten.

Bei den Buchdruckern resp. Setzern wirkt derselbe metallische Staub ein, der durch Abnutzung der Typen entsteht und sich vorzugsweise in den Setzerkasten ansammelt.[2]) Die Bleikolik kann sich bei denselben nur bei grosser Unreinlichkeit und Unachtsamkeit ausbilden, wenn die Typen häufig in den Mund

genommen werden; geschieht dies mit den gewaschenen und noch nicht trocknen Typen, so hat man wohl in Folge der anhaftenden Lauge Risse an den Lippen oder entzündliche Anschwellung der Mundschleimhaut wahrgenommen (s. Antimonwasserstoff); als weitere Folgen können dann auch Verdauungsstörungen der verschiedensten Art auftreten. Reinigung der Hände vor jedem Essen ist ein nothwendiges Erforderniss, um den an den Fingern klebenden Metallstaub nicht auf die Speisen zu übertragen; deshalb ist auch in den Werkstätten jedes Essen und Trinken zu untersagen.

In grossen Setzersälen steigert sich oft auch die Temperatur durch viele Gasflammen auf eine unerträgliche Höhe, so dass eine zweckmässige, die Ableitung der heissen und die Zuführung der frischen Luft erzielende Ventilation erforderlich wird. Der Mangel einer frischen Atmosphäre kann wie in allen Werkstätten nachtheilig wirken; es ist aber nicht bewiesen, dass die Setzer vorzugsweise der Lungenschwindsucht unterliegen, wie behauptet worden ist.[3]) Die Ausbildung von Varicen oder varicösen Geschwüren an den Unterschenkeln hängt mit dem beständigen Stehen zusammen und wird bekanntlich überall beobachtet, wo ähnliche Ursachen einwirken. Bis jetzt ist es nicht gelungen, eine den Setzern eigenthümliche Krankheit nachzuweisen; gute Luft und Reinlichkeit in den Werkstätten sowie eine nüchterne und naturgemässe Lebensweise sichern hier die Gesundheit. Dass bei den Druckern früher vielfach Hernien vorkamen, mag mit der körperlichen Anstrengung bei der Handpresse in Verbindung gestanden haben, die Schnellpresse schützt vor solchen körperlichen Gebrechen. Dass zu den vorzüglichsten Todesursachen der Drucker Auszehrung und Typhus gehören, wie de Neufville statistisch nachgewiesen hat, können wir auf Grund eigner Erfahrungen nicht bestätigen.[4]) Trennung der Räume, besondere Setzer- und Druckersäle, sind bei jedem grössern Betriebe durchaus erforderlich, damit den hygienischen Anforderungen entsprochen werde.

In den Räumen, in welchen gedruckt wird, entsteht in Folge der Druckerschwärze, die auch mehr oder weniger noch an den gewaschenen Typen hängen bleibt, eine unangenehme Atmosphäre, an welche die Arbeiter sich zwar gewöhnen, die aber jedem Fremden in höherm Grade auffällt; jedenfalls fordert dieser Geruch dringend dazu auf, für eine sorgfältige Lufterneuerung aller Werkstätten zu sorgen.[5])

Früher war es an manchen Orten Sitte, die Druckerschwärze mit Terpenthinöl und Bleiglätte zu vermischen, wodurch natürlich vielfach Anlass zu Bleiintoxicationen geboten wurde. Im Allgemeinen haben sich aber viele schädliche Einflüsse, welche man den Druckereien traditionell zuschrieb, bei näherer Nachforschung als nicht vorhanden erwiesen.

Antimon und Wasserstoff.

Antimonwasserstoff AsH_3 ist mit viel freiem H vermischt, aber noch nicht rein dargestellt worden. Er entsteht, wenn nascirender Wasserstoff auf die Sauerstoffverbindungen des Antimons einwirkt und ist ein farbloses, brennbares Gas, welches den Antimonspiegel liefert; frei von Arsen übt es keine nachtheilige Wirkung auf die Menschen aus.[6]) Höchst wahrscheinlich entsteht es beim Abwaschen des Schriftgiessermetalles (Antimon und Blei) mittels kaustischer Natronlauge, wobei sich unter Wasserzersetzung einerseits Antimonoxyd und andrerseits Antimonwasserstoff bilden. Die Laugen erzeugen nur bei Unachtsamkeit entzündliche Affectionen der Finger, da die Procedur mittels Abbürstens geschieht.*)

*) Holzstöcke werden mittels Kienöls gereinigt.

Antimon und Chlor.

1) **Antimontrichlorid** $SbCl_3$, eine weisse krystallinische Masse von weicher Consistenz (Butyrum antimonii), wird im Grossen durch Behandeln des Antimontrisulfids (Antimonium crudum) mit Salzsäure dargestellt.

$$Sb_2S_3 + 6HCl = 2SbCl_3 + 3H_2S.$$

Man gebraucht hierzu gläserne tubulirte Retorten von 30—40 Pfd. Capacität, welche im Sandbade liegen und mit tubulirten Vorlagen verbunden sind; letztere hält man durch auffliessendes Wasser kühl und leitet den aus der Tubulatur entweichenden Schwefelwasserstoff in Kalkmilch oder unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln in die Feuerung. Bei geringerm Betriebe kann er in den Schornstein abgeleitet werden; keinesfalls darf er sich im Fabriklocale verbreiten. Das Zugeben der Salzsäure durch den Tubulus der Retorte muss allmählig geschehen und wiederholt werden, wenn die Entwicklung von H_2S aufgehört hat.

Zuerst destillirt sehr wässrige Salzsäure nebst geringen Mengen von Antimonchlorid und Arsenchlorür über; erst wenn alles Schwefelantimon in der Retorte gelöst ist, wird ohne weitere Zugabe von Salzsäure so lange destillirt, bis das Destillat im Retortenhalse zu erstarren beginnt. Man wechselt nun die Vorlage mit einer trocknen; unter verstärktem Feuer destillirt nun das Antimonchlorid continuirlich über und erstarrt in der Vorlage zu einer krystallinischen Masse.

Die zuerst übergegangene arsenhaltige Salzsäure kann 3—4mal wieder auf frisches Schwefelantimon gegossen werden, um das in ihr enthaltene Antimonchlorid nicht zu verlieren. Schliesslich wird sie aber so arsenhaltig, dass sie auf Zusatz von Wasser neben Algarothpulver (ein weisses krystallinisches Pulver $2(SbOCl) + Sb_2O_3$) arsenige Säure in schönen glänzenden Octaedern absetzt. Sie verdient daher in sanitärer Beziehung alle Beachtung und sollte wie die arsenikalischen Abflusswässer in Anilinfabriken unschädlich gemacht werden.

Die Arbeiter leiden sehr durch die Dämpfe des wasserfreien Antimonchlorids, welche das fertige Product umhüllen. Mund, Nase und das Gesicht werden leicht geätzt; selbst Trübungen der Hornhaut können eintreten; nasse Schwämme vor Mund und Nase sind durchaus nothwendig und müssen häufig gewechselt und ausgewaschen werden. Kommt die Flüssigkeit mit der geringsten Verwundung der Haut zusammen, so entstehen die heftigsten Schmerzen.

In der **Technik** dient das Antimonchlorid vorzugsweise zum Bruniren (Bräunen) von Gewehrläufen und wird daher auch in solchen Gegenden, wo die Gewehrfabrication heimisch ist, am meisten dargestellt. Gewöhnlich bedient man sich jedoch hierzu eines in salzsäurehaltigem Wasser gelösten Antimonchlorids; dieses Wasser muss wenigstens 15% Salzsäure enthalten, um den sogen. Liquor stibii chlorati darzustellen, da ein grösserer Zusatz von Wasser das erwähnte Algarothpulver ausscheidet; dieser Liquor entwickelt keine Dämpfe. Beim Bruniren bildet sich aber Antimonwasserstoff, welcher nach der Beschaffenheit der angewendeten Salzsäure mit Arsenwasserstoff mehr oder weniger gemischt sein kann. Es ist hierauf sehr zu achten, da die Procedur gewöhnlich in kleinen Werkstätten vorgenommen wird; die Arbeit muss daher jedenfalls unter einem gut ziehenden Rauchfange vorgenommen werden.

Zur Erzeugung von rothen Mustern resp. von Antimonzinnober in der Leinen- und Kattundruckerei behandelt man das Antimonchlorid mit unterschwefligsaurem Natrium.

In der Glasmalerei gebraucht man zur Erzeugung gelber Farben Antimonoxyd, welches man sich durch Präcipitation des Antimonchlorids mittels Natriumcarbonats bereitet.

2) **Antimonpentachlorid** $SbCl_5$ entsteht durch Einleiten von Chlorgas in Antimontrichlorid; es ist eine fast farblose, an der Luft rauchende Flüssigkeit, welche vielfach in der organischen Chemie zur Anwendung kommt und ein absolutes Absorbens für das reine schwere Kohlenwasserstoffgas ist.

Antimon und Sauerstoff.

1) **Antimonoxyd** Sb_2O_3 kommt wie die Arsenikblüthe frei in der Natur dimorph vor und zwar als Weissspiessglanzerz in rhombischen Prismen und als Senarmontit in regulären Octaedern. Künstlich erhält man es durch Verbrennen von Antimon an der Luft oder durch Oxydation desselben mittels Salpetersäure. In einer Lösung von Salzsäure wird es durch Natriumcarbonat als Antimonhydrat oder antimonige Säure $SbO(OH)$ gefällt, welches in einer concentrirten Kali- oder Natronlauge löslich ist und sich hierbei wie eine schwache Säure verhält; stärkern Säuren gegenüber tritt es aber als eine Base auf und vertritt als SbO (Antimonyl) ein H der Säuren.

Weinsaures Antimonoxyd-Kalium $C_4H_4K(SbO)O_6 + \frac{1}{2}H_2O$ oder **Tartarus stibiatus, Stibio-Kali tartaricum** hat wegen seiner technischen Darstellung im Grossen ein sanitäres Interesse. Es wird hierbei arsenfreies Schwefelantimon mit Salpeter verpufft, das Product pulverisirt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Der Rückstand wurde früher Antimonium diaphoreticum ablutum genannt und besteht grösstentheils aus Antimonoxyd. Man trägt denselben in eine siedende wässrige Weinsteinlösung, welche sich in einem mit Blei gefütterten Kessel befindet, bis zum Ueberschusse ein; die eingedampfte Salzlauge wird filtrirt und zur Krystallisation hingestellt.

In sanitärer Beziehung ist hierbei Folgendes zu beachten: Beim Vermischen und Pulverisiren von Schwefelantimon und Salpeter bilden sich in Folge des einwirkenden Staubes leicht Hautleiden furunculöser Art; häufig beginnt der Verschwärungsprocess an den Haarwurzeln, wo sich zuerst kleine schwarze Puncte in Folge des abgelagerten Staubes zeigen.

Beim Pulverisiren und Sieben des Verpuffungsrückstandes ist ebenfalls Vorsicht erforderlich; die Arbeiter müssen sich hierbei einen Schwamm vor den Mund binden und die Arbeit darf nur in einem von dem allgemeinen Fabriklocale getrennten Raume vorgenommen werden. Der hierbei auftretende Staub (Antimonoxyd) verursacht sehr leicht Erbrechen; Hunde und Katzen, welche das Erbrochne fressen, werden gleichfalls von starkem Erbrechen befallen.

Auch der Verpuffungsprocess selbst muss unter einem Schlot oder in einem geschlossenen Feuerraum auf eisernen Platten oder in flachen eisernen Kesseln vorgenommen werden, weil sich neben schwefliger Säure ein starker weisser Rauch von Antimonoxyd entwickelt; Arbeiter, welche sich diesen Dämpfen zu sehr aussetzen, werden von heftigem Erbrechen befallen.

Die Waschwässer bestehen grösstentheils aus Kaliumsulfat und wenig antimonsaurem Kalium; sie enthalten Arsen in der Form von Arseniksäure, wenn das Schwefelantimon arsenikhaltig war; sie dürfen dann weder in Schlinggruben noch in öffentliche Canäle abgelassen werden.

Ebenso kann in diesem Falle die Mutterlauge vom Tart. stibiat. arsenhaltig sein, was insofern zu beachten ist, als dann die späteren Krystallisationen ohne besondere Reinigung nicht zu medicinischen Zwecken verwendet werden dürfen.

Die **technische Verwendung** von Brechweinstein findet in Färbereien und Druckereien statt, um verschiedene Farben zu erzeugen; so druckt man z. B. eine Mischung von Brechweinstein, Salzsäure und Thonpappe auf und zieht das gedruckte Zeug durch ein Bad von verdünntem Schwefelcalcium; der frei werdende Schwefelwasserstoff wird vom Antimon festgehalten, wodurch rothes Schwefelantimon entsteht.

Hat man die Pappe sehr angesäuert, so kann der Niederschlag auch durch ein Bad von unterschwefligsaurem Natrium erzeugt werden, indem die unterschweflige Säure in Schwefel, welcher an das Antimon tritt, und in entweichende schweflige Säure zerfällt. Bei dieser Methode wird die Farbe lebhafter und besteht aus Antimonzinnober; die Arbeiter haben sich vor dem entweichenden Gase zu hüten und für eine hinreichende Ventilation der Arbeitsräume Sorge zu tragen.

2) **Antimonsäure** $HSbO_3$ entspricht der Metaphosphorsäure, kommt in der Natur

sparsam als Antimonocker vor und entsteht durch Erhitzen von Antimon mit concentrirter Salpetersäure als ein weisser, in Wasser sehr schwer löslicher Niederschlag; mit Natrium bildet sie das unlöslichste Natriumsalz.

Technisch wird die Säure in der Glas-, Porcellan- und Emaillemalerei zur Erzeugung der gelben Farbe in beschränktem Masse angewendet, weil sie im Glattbrandfeuer flüchtig ist. Ein schwaches Glühen verwandelt nämlich die Säure in Antimonsäureanhydrid Sb_2O_5, eine schwach gelbe amorphe Masse. Die Antimonsäure wird im unreinen Zustande (Antimonasche) hauptsächlich in der Töpferei zur Darstellung der gelben Glasuren benutzt.

Antimonsaures Antimonoxyd SbO. SbO_3 oder Sb_2O_4 ist ein weisses, in der Hitze sich gelb färbendes und durch Glühen sich nicht verflüchtigendes Pulver, welches entsteht, wenn eine Sauerstoffverbindung des Antimons an der Luft stark und anhaltend geglüht wird.

Antimonsaures Bleioxyd ist der Hauptbestandtheil des Neapel- und Casselergelbs.

Antimon und Schwefel.

1) **Antimontrisulfid** Sb_2S_3 kommt in der Natur als Grauspiessglanz vor und stellt das Antimonium crudum des Handels, das aus den Erzen durch Saigerung gewonnene Schwefelantimon dar: es hat eine stahlgraue Farbe und eine krystallinisch faserige Textur von Metallglanz. Man stellt es durch directes Zusammenschmelzen von Antimon und Schwefel dar.[7] Mit alkalischen Sulfiden bildet es Sulfantimonite und wird durch Salzsäure in Antimonchlorid und Schwefelwasserstoff zerlegt:

$$Sb_2S_3 + 6\,HCl = 2\,SbCl_3 + 3\,H_2S.$$

Antimonoxysulfid Sb_2S_2O kommt in der Natur als Rothspiessglanz vor und wird durch Erhitzen einer Lösung von Antimonchlorid oder Brechweinstein mit unterschwefligsaurem Natrium erhalten. Es stellt den S. 310 und 311 erwähnten Antimonzinnober dar.

Der Kermes minerale für medicinische Zwecke wird durch Kochen von Antimonsulfid mit Natriumcarbonat dargestellt und ist stets ein Gemisch von Antimontrisulfid und Antimonoxyd.

2) **Antimonpentasulfid** Sb_2S_5, **Goldschwefel, Sulfur auratum, Stibium sulfuratum aurantiacum**, wird im Grossen durch Zerlegung des *Schlippe*'schen Salzes ($Na_3SbS_4 + 9\,H_2O$) dargestellt. Dieses wird durch Kochen von Antimontrisulfid (Antimonium crudum) und Schwefel mit Natriumhydrat als Natriumsulfantimoniat erhalten; man dampft ab und lässt krystallisiren. Wird dies Salz, welches eine schöne schwefelgelbe Farbe hat, mit einer verdünnten Säure versetzt, so schlägt sich der Goldschwefel unter starker Entwicklung von H_2S als ein orangegelbes Pulver ab:

$$2\,Na_3SbS_4 + 3\,H_2SO_4 = 3\,Na_2SO_4 + 3\,H_2S + Sb_2S_5.$$

Das massenhafte Auftreten von H_2S ist sehr wohl zu beachten und kann bei Unvorsichtigkeit die schlimmsten Folgen für die Arbeiter haben; es sind daher für die letztere Manipulation durchaus geschlossene Bottiche erforderlich, welche mit einer Vorrichtung zur Ableitung des Gases in den Schlot oder die Feuerung zu versehen sind.

In Kattundruckereien wird das *Schlippe*'sche Salz zur Erzeugung orangerother Farbe benutzt, indem man das mit diesem Salz bedruckte Zeug durch ein saures Bad zieht, worauf sich der Goldschwefel auf dem Zeuge niederschlägt; der hier auftretende H_2S ist wegen seiner grossen Vertheilung weniger gefährlich.

Neuerdings stellt man der Billigkeit halber durch Glühen von Schwefelantimon, Gips und Kohlenpulver ein Schwefelcalcium-Schwefelantimon dar und verfährt damit wie oben, nachdem das Product in Wasser gelöst, die Lösung mit Thonpappe verdickt und die Zeuge damit bedruckt worden sind.

Wismuth, Bi.

Wismuth kommt meistens gediegen auf Kobalt- und Silbergängen vor; mit Sauerstoff tritt es als Wismuthocker, mit Schwefel als Wismuthglanz (Bi_2S_3) sowie als Begleiter des Tellurs, Arsens und Antimons auf. Es wird wie Antimon durch Aussaigern gewonnen; in Deutschland stellen es die Blaufarbenwerke in Oberschlema und Pfannenstiel und die Freiberger Hütten dar; eine grossartige Wismuthsaigerei findet sich zu Schneeberg in Sachsen. Das Metall hat ein grossblättriges krystallinisches Gefüge, ist röthlich-weiss, sehr spröde, pulverisirbar und schmilzt bei

267°; in der Weissgluth ist es vollständig flüchtig, beim Erhitzen verbrennt es zu Wismuthoxyd Bi_2O_3; an trockner Luft bleibt es unverändert.

Wismuthindustrie.

Wismuth muss wegen seines niedern Schmelzpunctes durch Aussaigern von seiner Gangart befreit werden. Man mengt die wismuthhaltigen Erze mit Kohlenpulver und bringt sie in eine schiefliegende Röhre (Fig. 36 *a*), die durch ein Feuer umspült wird und an ihrem untern Ende (*b*) eine Thonplatte mit einer Oeffnung zum Abfliessen des Metalls in den Tümpel *c* hat.

Fig. 36.

An ihrem höher gelegenen Ende werden die abgesaigerten Erze, das sog. trübe Erz, über eine geneigte Fläche (*d*) in einen Wasserbehälter (*e*) gezogen. Bei *eee* finden sich die Zuglöcher des Ofens, welche in ein Gewölbe münden, das mittels eines Fuchses mit dem Schlot (*i*) und der Gestübbekammer (*h*) in Verbindung steht. Ein Schieber an der Einmündung des Fuchses in den Schlot dient zur Regulirung des Feuers. Die aus dem Tümpel (*c*) aufsteigenden metallischen Dämpfe passiren ebenfalls den Schlot (*i*) und die Gestübbekammer (*h*); der Tümpel ist mit Kohlenpulver versehen, um die Oxydation des geschmolzenen Wismuths zu verhüten und steht auf einer Art von Rost, der einen nach aussen mündenden Raum (*o*) bedeckt. Das aus dem Saigerrohr fliessende Metall geht mit der Schlacke n den Tümpel über; die specifisch schwereren Metalle sammeln sich im Tümpel an, während die Schlacken als leichtere Substanzen überfliessen und sich unter dem erwähnten Rost ansammeln. Die Schlacken werden dann nach aussen abgezogen und in Wasser abgelöscht.

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass beim Einsetzen der Mischung arsenikalische Dämpfe auftreten; da diese Manipulation alle halbe bis dreiviertel Stunde vorgenommen wird und eine Schicht 12 Stunden dauert, so werden die Arbeiter sehr häufig diesen schädlichen Dämpfen ausgesetzt; es kann daher nicht auffallen, dass sie sehr häufig an den Folgen dieser giftigen Dämpfe leiden. Es ist sehr nothwendig, an dem höher gelegenen Ende der Röhre eine Arbeiternische mit einem gut ziehenden und in eine Gestübbekammer mündenden Rauchfang anzubringen. Ausserdem müssen sich die Arbeiter bei der ganzen Beschäftigung durch sorgfältiges Verbinden des Mundes und der Nase mit Tüchern vor den schädlichen Dämpfen schützen.

Das Ablöschen der abgesaigerten Erze geschieht, um die arsenikalischen Dämpfe sofort zu beseitigen; diese Löschwässer des faulen Erzes und der Schlacken sind mit Vorsicht zu behandeln, da sie arsenikalisch sind; wenn die Wismutherze kobalthaltig sind, so wird das taube Erz auf Kobalt weiter behandelt. Im Allgemeinen sind bei der Verhüttung des Wismuths dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei Kobalt- und Nickelerzen zu beobachten, sowohl was die Aufbereitung der Erze als auch die Gewinnung des Metalls betrifft.

Das im Handel vorkommende Wismuth ist niemals rein und enthält Arsen, Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Schwefel, Eisen u. s. w.

Das Metall wird durch Umschmelzen mit einem Zehntel seines Gewichts Salpeter gereinigt; selbstredend bleiben dann die edlen Metalle in demselben zurück. Sind bloss Schwefel und Arsen im Wismuth enthalten, so kann es durch Schmelzen mit kohlen-

saurem Natrium resp. Schwefel gereinigt werden: die Schlacke enthält alsdann diese beiden Verunreinigungen als Schwefelarsen und Schwefelnatrium neben Gold.

Das reine Wismuth übt bekanntlich keine toxische Wirkung auf den thierischen Organismus aus.[1])

Technische Verwendung von Wismuth. Wismuth legirt sich mit fast allen Metallen; aus 1 Th. Blei, 1 Th. Zinn und 2 Th. Wismuth besteht das Rose'sche Metall, welches bei 93,75° schmilzt. 8 Th. Wismuth, 5 Th. Blei und 3 Th. Zinn bilden das Newton'sche Metall, welches bei 98° C. schmilzt; eine Legirung von 5 Th. Wismuth, 2 Th. Zinn und 3 Th. Blei schmilzt bei 91.61° und wird namentlich zum Abgiessen von Formen, Clichiren von Holzschnitten, Stereotypen u. s. w., sowie zur Darstellung von Stereotypplatten angewendet, weil beim Erkalten der geschmolzenen Legirung eine Ausdehnung stattfindet und die Schärfe des Abdruckes dadurch vermehrt wird.

Wird der Wismuthgehalt vermindert, so wird der Schmelzpunct erhöht, so dass man dadurch Legirungen von Schmelzpuncten zwischen 100—200° darstellen kann: deshalb wendet man dieselben auch als Sicherheitsvorrichtung bei Hochdruckdampfmaschinen an: zu dem Ende verschliesst man ein kurzes Rohr, welches in dem Dampfkessel eingeschraubt ist, mit einer Platte von dieser Legirung. Erreicht nun die Temperatur der Dämpfe den Schmelzpunct der Legirung, so schmilzt die Platte und gestattet den Dämpfen einen Ausweg.

Wismuthlegirungen gebraucht man auch zu Metallbädern, zum Anlaufen resp. Härten des Stahls, zur Darstellung von Stiften, womit man auf besonders (mit Knochenasche) präparirtem Papier schreibt, sowie zur Anfertigung von Panorama-Kugeln.

Mit Kalium geht Wismuth Verbindungen ein, welche bezüglich der Darstellung organischer Wismuthverbindungen wichtig sind.

Wismuthchlorid $BiCl_3$ ist eine Wismuthverbindung, die ein gewerbliches Interesse hat: diese weisse, in der Hitze schmelzende und butterähnlich erstarrende Masse (Wismuthbutter) ist in Salzsäure löslich und an der Luft zerfliessend. Durch Wasser wird sie in **Wismuthoxychlorid** $BiOCl$ zersetzt, welches ein in Wasser völlig unlösliches Pulver darstellt und zur Erzeugung von künstlichen Perlen als Perlweiss und als Schminke benutzt wird. Frisch aufgetragen macht die Schminke die Haut glänzend, durch Aufnahme von Schwefel bekommt die Haut jedoch ein graues Ansehen; auch dringt sie in die Hautporen und lässt sich durch mechanische Mittel sehr schwer daraus entfernen.

Unter den übrigen Verbindungen ist nur das Bismuthum subnitricum, Magisterium Bismuthi $BiO(NO_3) + BiO(OH)$ als Arzneimittel hervorzuheben; es entsteht durch Behandeln des Wismuthnitrats $Bi(NO_3)_3$ mit vielem Wasser.

Bor, B.

Bor kommt in der Natur nicht frei, sondern in Verbindung mit Sauerstoff als Borsäure vor. Als Tinkal wurde borsaures Natrium seit den ältesten Zeiten aus Indien nach Europa und im gereinigten Zustande als Borax in den Handel gebracht.

Man stellt Bor dar, indem man Borsäureanhydrid B_2O_3 unter einer Decke geschmolzenen Kochsalzes mit Natrium bis zur Rothgluth erhitzt. Man erhält ein amorphes Pulver von gräulich-brauner Farbe, welches sich leicht entzündet und zu Borsäureanhydrid verbrennt. Im krystallinischen Zustande wird es erhalten, wenn man Borsäureanhydrid in der stärksten Weissgluth mit überschüssigem Aluminium behandelt:

$$B_2O_3 + 2\,Al = Al_2O_3 + 2\,B.$$

Das erhaltene Bor heisst Diamantbor, weil es stark glänzende Quadratoctaeder darstellt, geschliffen, gefasst und wie ein Edelstein benutzt werden kann.

Borsäure $B(OH_3)$ oder H_3BO_3 findet sich im kochenden Wasser, im Wasserdampfe und in den heissen Gasen, die in Toscana aus Erdspalten ausströmen. Diese

Wässer und Dämpfe (Soffioni) lässt man durch Wasser, das ca. 20% krystallisirte Borsäure aufnimmt, streichen und dampft dieses in grossen Pfannen von Bleiblech ab und zwar mittels der Soffioni, die man in Canälen unter die Pfannen leitet. Die unreinen Krystalle der Borsäure werden durch Umkrystallisiren gereinigt.

Die Dämpfe der Soffionen riechen schwach nach Schwefelwasserstoff und sind von einem Gasgemenge begleitet, das vorzugsweise aus Kohlensäure (57,3%), Sauerstoff (6,57%) und Schwefelwasserstoff (1,42%) neben Ammoniak besteht; letzteres ist wahrscheinlich als Einfach-Schwefelammonium in den Dämpfen vorhanden.

Eine wichtige Quelle für Borsäure ist Boronatrocalcit, ein Doppelsalz von Calcium- und Natriumborat ($Na_2B_4O_7 + 2CaB_4O_7 + 18aq.$), geworden, das sich in grossen Lagern in Chili, Peru und der Nevada nahe der Central-Pacific-Eisenbahn findet. Boraxhaltige Seen kommen in Centralasien und in Californien vor. Die reine Borsäure bildet glänzende, schuppige Krystalle und ist feuerbeständig; zündet man eine alkoholische Lösung derselben an, so erhalten die Ränder der Flamme eine grüne Färbung.[1])

Technische Verwendung findet die Borsäure zur Darstellung von Borax, zum Glasiren von Porcellan, Fayence und gewöhnlichen Thonwaaren, zur Fabrication von Flintglas und künstlichen Edelsteinen, beim Löthen, bei metallurgischen Processen und zum Tränken von Dochten. Zur Darstellung von Manganborat, dem besten Siccativ für Firnisse und Oelfarben, sowie zur Bereitung von Chromborat, als Smaragdgrün oder Pannetier's Grün in der Kattundruckerei bekannt, ist die Borsäure von Wichtigkeit; auch als antiseptisches Mittel zur Conservirung von Fleisch, Milch u. s. w. geniesst sie einen nicht unverdienten Ruf und kann hier um so mehr zur Anwendung kommen, als sie keinen nachtheiligen Einfluss auf den Thierorganismus ausübt (s. S. 82). Einer Taube wurde 1 Grm. davon eingeflösst, ohne dass sich Gesundheitsstörungen bemerkbar machten.

Borsaures Natrium, Natriumborat, Borax $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$ wird ebenfalls hauptsächlich in Toskana künstlich durch Behandeln der Borsäure mit Natriumcarbonat dargestellt. Beim Erhitzen geht Borax in eine schwammige Masse (gebrannter Borax) über, während er durch Schmelzen in der Rothgluth beim Erkalten durchsichtig wird (Boraxglas).

Technische Verwendung findet Borax in ähnlicher Weise wie Borsäure; durch seine Eigenschaft, im geschmolzenen Zustande Metalloxyde aufzulösen, ist er zum Löthen in den Gewerben unentbehrlich geworden. Wie die Borsäure wird er auch zur Glasur der Fayence und Thonwaaren benutzt und ist ein wichtiger Bestandtheil vieler Glas- und Porcellanfarben; als Flussmittel zur Ausscheidung der Metalle aus ihren Erzen nimmt er in der Metallurgie eine wichtige Stelle ein. In der Hutfabrik wird ein Firniss zum Steifen der Filzhüte benutzt, welcher aus Borax und Schellack besteht und in Wasser löslich ist; mit Caseïn bildet er ein vortreffliches Klebemittel. Auch kann er vielfach die Soda bei der Wäsche, beim Reinigen der Haare u. s. w. ersetzen, da er die Fette emulgirt. Zur Fixation der Mordants dient er in der Zeugdruckerei und Färberei, als Ersatz des Kuhkothbades in der Türkischroth-Färberei und als Lösungsmittel im Wasser unlöslicher Farbstoffe (Krapp, Kino, Sandelholz, Drachenblut).

Noch ist hier zu erwähnen, dass sich Borax auch als Vertilgungsmittel der Schwaben (Blatta orientalis) einen Ruf erworben hat.

Kohlenstoff, C.

Der **Kohlenstoff** ist ein nie fehlender Bestandtheil aller pflanzlichen und thierischen Gebilde. Als amorphe Kohle tritt er besonders als Zersetzungsproduct organischer Substanzen auf und zwar entweder bei der unvollkommenen Verbrennung oder bei der trocknen Destillation derselben; als Graphit, Reissblei, Wasserblei stellt er kleine Krystallschüppchen dar, welche Metallglanz besitzen und abfärben.*) Als Diamant findet er sich in reinem, farblosem und krystallisirtem Zustande. Man unterscheidet 1) die Holzkohle als die reinste Kohle mit geringen Mengen von Alkalien und alkalischen Erden, 2) die Thierkohle, welche Blutkohle heisst, wenn sie durch Glühen vom Blut erhalten wird, während die Knochenkohle (Beinschwarz, Ebur ustum) beim Verkohlen der Knochen entsteht; 3) die Zuckerkohle bildet sich beim Glühen von Zucker; 4) der Kienruss scheidet sich beim unvollständigen Verbrennen kohlenstoffreicher Substanzen ab; 5) die Gaskohle entsteht durch Zersetzung kohlenstoffhaltiger Gase als Kruste an den innern Wänden der Gasretorten; 6) die Koks werden aus den Steinkohlen dargestellt.

Die Steinkohlen, die Braunkohlen und der Torf sind nicht mehr als reiner Kohlenstoff zu betrachten, da sie als kohlenstoffreiche Ueberbleibsel organischer Gebilde noch viele andere, hiervon herrührende flüchtige Stoffe enthalten. Der Anthracit enthält aber 96—98 % Kohlenstoff und bildet den Uebergang zwischen Steinkohle und Graphit, wie die Braunkohle das Uebergangsglied zwischen Torf und Steinkohle repräsentirt. Eine italienische Kohle, die Carbone fossile, ist ein Zwischenglied zwischen Braunkohle und Steinkohle.

Die Steinkohlen unterscheidet man nach ihrem Verhalten bei der trocknen Destillation in Backkohlen (fette Kohlen), in Sinterkohlen und in Sandkohlen (magere Kohlen). Die Backkohlen sind reich an Erdharz (Bitumen) und brennen wegen der Entwicklung von flüchtigen Kohlenwasserstoffen aus dem Bitumen mit grösserer Flamme als die Sinter- und Sandkohlen.

Bei allen diesen Gebilden finden sich ausserordentlich viele Uebergangsstufen; so nähert sich die Braunkohle um so mehr der Steinkohle, je älter sie ist, während sie im entgegengesetzten Falle mehr dem Torfe ähnlich ist.

Die Paraffinkohle findet sich nur in der erdigen Braunkohle und besteht grösstentheils aus den in den Pflanzen enthalten gewesenen Harz- und Wachstheilen, welche der Verwesung nicht erlegen sind.

Die Blätterkohle (Shiste bitumineux) wird gewöhnlich von der Braunkohle überdeckt und gehört mit dem Posidonienschiefer und dem bituminösen Mergel eigentlich der Liasformation an.

---

*) Graphit kommt im Gneis, Glimmerschiefer, Urkalkstein, in geringerer Menge im Granit und Thonschiefer vor. Die berühmtesten Fundorte sind Südsibirien und die Insel Ceylon. Im Roheisen entsteht er wahrscheinlich durch Zersetzung von Cyan und Cyanverbindungen; daher kommt er auch als Nebenproduct bei der Sodafabrication vor. *Brodie* sieht ihn für ein besonderes Element an, nennt ihn Graphon oder Graphium und weist ihm eine Stelle neben Silicium und Bor an. Der bergmännisch geförderte Graphit wird durch Zerkleinern, Mahlen und Schlämmen einer Reinigung unterworfen; um absolut reinen Graphit zu erhalten, ist noch eine chemische Behandlung erforderlich. Bekannt ist seine technische Verwendung zur Bleistiftfabrication, woher auch sein Name (γράφειν) herrührt. Zu diesem Zwecke wird Graphitmehl mit höchst fein geschlämmtem Thon vermischt; die Masse wird durch einen eisernen Cylinder gedrückt, welcher an seiner untern Seite ein der gewünschten Breite und Form des Bleistifts entsprechendes Loch hat; die einzelnen Stränge werden getrocknet und geglüht. In sanitärer Beziehung ist auf den Staub beim Mahlen zu achten.

Ausserdem sind Graphittiegel als Schmelztiegel unentbehrlich. Ferner dient es zum Anstrich, zum Lustriren des Schiesspulvers, in der Galvanoplastik, um die Gips-, Wachsformen u. s. w. leitend zu machen.

In der Papierfabrication setzt man Graphitstaub der Papiermasse vor dem Schöpfen zu, um das graue Nadel- oder Rostpapier zum Einpacken von Näh- und Stricknadeln zu fabriciren.

Ein Gemenge von Graphit und Holzkohle dem Schiesspulver zugesetzt, soll dasselbe beim Transport schwerer entzündlich machen, weil die ganze Masse plastische Eigenschaften dadurch erhält. Späterhin kann das Gemenge durch Sieben vom Schiesspulver getrennt werden.

Der Torf stellt im Allgemeinen die Moorsubstanzen dar, welche als Reste untergegangener Pflanzen, namentlich der Arten von Sphagnum, Hypnum, Erica u. s. w. sich aus stagnirenden Wässern absetzen. Der Baggertorf ist der älteste und festeste und steht deshalb der Braunkohle am nächsten; von geringerer Güte ist der Stich- und Moortorf.

Die trockne Destillation liefert ein gutes Mittel, um Steinkohle von Braunkohle und Braunkohle von Torf zu unterscheiden. Die wahre Steinkohle liefert nämlich hierbei stets Naphtalin und Paranaphtalin, die wahre Braunkohle dagegen niemals Naphtalin, stets jedoch Paraffin. Die Destillationsproducte der wahren Stein- und Braunkohlen reagiren stets alkalisch, die der Lignite aus der jüngsten Braunkohlenformation oft sauer und zwar in Folge der hier reichlich auftretenden Essig- und Buttersäure.

Der Torf liefert stets saure Destillationsproducte mit einem bedeutenden Gehalte an Holzgeist; die saure Reaction rührt von Essig-, Butter- und Baldriansäure her. Die zurückbleibenden Kohlenüberreste sind beim Torf stets cyanhaltig.

Die amorphe Kohle ist immer schwarz und verändert sich beim Glühen nicht, wenn der Luftzutritt gehindert ist; beim Glühen an der Luft wird sie zu Kohlensäureanhydrid CO_2 oxydirt. Dies ist beim Diamant der Fall, wenn er weissglühend in Sauerstoffgas gebracht wird. Die amorphe Kohle wird durch Lösen in geschmolzenem Eisen in Graphit verwandelt; je poröser die Kohle ist, desto leichter verbrennt sie. In der Industrie nimmt sie als Brennmaterial die erste Stelle ein; ausserdem besitzt sie eine grosse Befähigung, Gase, Riechstoffe, färbende Substanzen, Pflanzenalkaloide und Metalloxyde aufzunehmen und zwar um so mehr, je feiner sie vertheilt ist Dies ist besonders bei der Knochenkohle der Fall, welche deshalb auch zur Desinfection und Reinigung vieler Substanzen in der Technik häufig zur Anwendung kommt; nicht minder sind ihre antiseptischen Eigenschaften bekannt.

Verwendung der Kohle 1) als **Heizmaterial**. Ein Brennmaterial ist eine um so ergiebigere Wärmequelle, je mehr Sauerstoff es zu seiner Verbrennung bedarf; so gebraucht 1 G. Th. Wasserstoff 8 G. Th. Sauerstoff zu seiner vollständigen Verbrennung, d. h. zur Bildung von Wasser. Dieser Körper würde, wenn er in hinreichender Menge und billig zu beschaffen wäre, das beste Brennmaterial sein. Ihm zunächst steht der Kohlenstoff, welcher zu seiner Verbrennung für 3 G. Th. an Sauerstoff 8 G. Th. verlangt.

Der Anthracit nimmt als reinste Kohle den ersten Platz ein, weil er die verhältnissmässig grösste Menge Sauerstoff zu seiner vollständigen Verbrennung bedarf. Die Steinkohle, Braunkohle und der Torf kommen ihm in der Wärmeentwicklung nicht gleich, weil hier der Wasserstoff schon mit Kohlenstoff verbunden ist und zur Entwicklung dieser Kohlenwasserstoffe ein Theil der Verbrennungswärme consumirt wird und hiernach als Heizeffect verloren gehen muss. Hieraus geht hervor, dass die verschiedenen Brennmaterialien eine verschiedene Zufuhr von Sauerstoff erfordern, daher auch die zur Verbrennung anzuwendenden Apparate nach der Natur des Brennmaterials eine verschiedene Construction haben müssen. Auch die Entzündlichkeit eines Brennmaterials kommt hierbei in Betracht; so ist z. B. die Entzündlichkeit der Holzkohle bedeutend grösser als die des Anthracits; ebenso liegt ihre Entzündungstemperatur bedeutend unter der des Anthracits, sie bedarf daher einer viel langsamern Zufuhr von Sauerstoff, d. h. eines schwächern Zuges im Ofen als Anthracit, obgleich beide Körper für 3 G. Th. Kohlenstoff 8 G. Th. Sauerstoff bedürfen.

Ein Ventilationsofen, der nur auf Holzkohlen eingerichtet ist, würde somit seinem Zwecke wenig entsprechen, wenn derselbe auch zur Beschickung mit Anthracit dienen sollte. Nach diesen Gesichtspuncten sind auch Steinkohle, Braunkohle und Torf als Brennmaterial zu beurtheilen.

Die Sauerstoffmenge, welche ein Brennmaterial zu seiner vollständigen Verbrennung erfordert, findet man, wenn man die Sauerstoffmenge, welche zur Verbrennung

der einzelnen, im Brennmaterial enthaltenen Elemente (Kohlenstoff und Wasserstoff) nothwendig ist, summirt.

Durch Versuche sind nachstehende Zahlen im Durchschnitt ermittelt worden:

1	Kilogrm.	Holz mit 25 % Wasser	verlangt	zur	Verbrennung	5,2	Cm.	Luft,
1	"	trocknes Holz —	"	"	"	6,9	"	"
1	"	Torf — —	"	"	"	11,2	"	"
1	"	Braunkohle —	"	"	"	11,6	"	"
1	"	Steinkohle (geringere Sorte)		"	"	15,1	"	"
1	"	Koks — —	"	"	"	15,1	"	"
1	"	gewöhnliche Holzkohle	"	"	"	15,1	"	"
1	"	Steinkohle (beste Sorte)	"	"	"	17,8	"	"

Die specielle, hieraus resultirende Construction der Feuerungsanlagen lehrt die Technik. Im Allgemeinen ist hier nur zu bemerken, dass namentlich der Aschenfall eine hinreichend grosse Oeffnung haben muss, um die zur Verbrennung nothwendige atmosphärische Luft leicht eindringen zu lassen. Das Spatium zwischen den einzelnen Stäben des Rostes muss bei Steinkohlenfeuerung $\frac{1}{4}$, bei Holzfeuerung $\frac{1}{6}$ der ganzen Rostfläche betragen. Die Beschaffenheit der Rostfläche richtet sich nach den besondern Zwecken der Feuerung: bei einem stündlichen Gebrauche von 1 Kilogrm. Steinkohle verlangt man 1 Quadratdecimeter Rostfläche, bei Holzfeuerung beträgt die Rostfläche nur die Hälfte hiervon. Es ist zweckmässig, unter dem Aschenfall eine Schicht Wasser anzubringen: es wird dadurch der Rost vor dem Verbrennen geschützt, während die vom Rost nach unten auf die Wasserfläche ausstrahlende Wärme das Wasser zum Verdunsten bringt. Auch kann man die Wasserfläche als Spiegel benutzen, um den Gang der Feuerung zu beobachten, was bei den Centralheizungen besonders wichtig ist. Die Feuerungsthür darf dem Brennmaterial nicht zu nahe liegen: bei technischen Anlagen muss die Entfernung wenigstens 0,3 - 0,5 Meter betragen.

Ein wichtiges sanitäres Interesse nehmen die Verbrennungsproducte in Anspruch. Man hat unter allen Umständen für einen ungehinderten Abzug derselben durch den Kamin zu sorgen: ist die Verbindung zwischen Ofen und Schornstein gestört oder stauen die sich entbindenden Gase, so tritt Kohlenoxyd nebst Kohlensäure in den zu erwärmenden Raum.

Nichts ist bekanntlich gefährlicher als das Schliessen der Ofenklappen, um den Zug zu hemmen: letzteres kann viel zweckmässiger durch Sperrung der Luftströmungsöffnungen bewirkt werden und sollten deshalb alle Klappen und Schieber an Ofenröhren endlich polizeilich verboten werden, nachdem diese gefährliche Einrichtung schon Hunderten von Menschen das Leben gekostet hat.

Undichte und schadhafte Röhrenleitungen, Risse im Ofen, sind ebenso beachtungswerth und sind deshalb auch Luftheizungen nicht immer gefahrlos.

Offene Kohlenbecken, wie in südlichen Gegenden, verderben ohne Ableitung der Verbrennungsproducte die Luft in den Wohnräumen im höchsten Grade; bei fossilen Brennstoffen kann auch schweflige Säure auftreten.

Bei Füllöfen sammeln sich bisweilen unverbrannte Gase an und erzeugen alsdann heftige und gefährliche Explosionen

Die **Construction des Schornsteins** ist für die Regulirung des Zuges der Oefen von der grössten Wichtigkeit. In Wohnhäusern sollte jede Ofenfeuerung ihren besondern Kamin haben, um jede Störung des Zuges zu verhüten: die grössten Gefahren können durch das Einmünden mehrerer Oefen in denselben Schornstein entstehen, da unter Umständen der Kohlendunst dann in diejenigen Räume, in welchen gar nicht geheizt wird, einzudringen vermag.

Auch die Schleifung der Kamine und der zu ihnen führenden Canäle ist zu vermeiden, weil der Zug dadurch gehemmt, die Ablagerung von Russ vermehrt und hierdurch die Feuersgefahr vergrössert wird.

Zur Verminderung der Reibung und Vermehrung des Zuges muss der Kamin im Innern ganz glatte Flächen und von aussen ganz dicht sein. Der Schornstein muss sich möglichst über den Dachfirst erheben, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Höhe und Weite desselben sich stets nach der Summe der Rostflächen und nach der Beschaffenheit des Brennmaterials richten muss. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass der Quadratinhalt des Quer-

schnitts des Kamins wenigstens das Doppelte vom Quadratinhalte der Summe der Rostzwischenräume betragen muss.

Die Störungen des Luftzuges in den Schornsteinen sind in sanitärer Beziehung sehr zu beachten, da sie unter Umständen lebensgefährliche Intoxicationen herbeiführen können, namentlich wenn sie da eintreten, wo eine Beaufsichtigung der Feuerung nicht stattfindet.

Die geringsten Störungen treten bei den Kaminen ein, wenn sie frei liegen und ihre Mündung die höchsten Gebäulichkeiten überragt. Es kann dann der Wind nicht, von irgend einem Gegenstande aufgehalten, zurückprallen und hemmend auf den Zug des Kamins einwirken; nur ein unendlich starker Windstoss, welcher über den Kamin wegstreicht und stärker ist als die aufsteigende warme Luft, ist dann vermögend, den Zug momentan zu hemmen und das Austreten von Rauch und Dampf in den betreffenden Wohnräumen zu verursachen. Mann nennt diesen Zustand das Abschneiden des Zuges; er tritt übrigens sehr selten ein.

Werden die Kamine von höher liegenden Gegenständen irgend einer Art überragt, so kann der von diesen Gegenständen zurückprallende Wind den Zug nicht allein für Augenblicke, sondern für längere Zeit hemmen. Es kann diesem Uebelstande, der besonders in grössern Städten vorkommt, nur durch Erhöhung des Kamins oder Aufsetzen einer sogenannten Windhaube abgeholfen werden; letztere wird durch eine wimpelartige Einrichtung so gedreht, dass der Zug in derselben Richtung mit dem Winde geht.[1])

Ein anderes Hemmniss des Zuges beruht auf der ungleichmässigen Erwärmung der verschiedenen Luftschichten im Kamin und tritt dann ein, wenn der obere Theil der Luftsäule im Kamin wärmer und leichter als der untere ist. Dieser Umstand zeigt sich, wenn z. B. der obere Theil des Kamins von der Sonne getroffen wird; man pflegt alsdann zu sagen: „die Sonne liegt auf dem Kamine". Dieselbe Fatalität kann auch dann entstehen, wenn bloss eine windstille, gewitterschwüle Luft vorhanden ist; man sagt alsdann im gewöhnlichen Leben: „das Gewitter liegt auf dem Kamine".

Diesem Uebelstande ist leicht dadurch abzuhelfen, dass man eine flackrige und wenig Rauch gebende Flamme, z. B. durch Anzünden von in Alkohol getauchten Papierschnitzeln oder Lumpen u. s. w., im Ofen des Erdgeschosses erzeugt und dadurch die unten stehende kältere Luftschicht erwärmt und in Bewegung setzt.

Es können ferner die Uebelstände des sogenannten Rauchens des Kamins erzeugt werden, wenn in einen und denselben Kamin zu viele Feuerungen gehen oder auch der Kamin durchgehends zu weit ist. Im erstern Falle kann der Schornstein nicht alle Verbrennungsproducte fassen, der Zug wird gehemmt und das Austreten des Rauches aus dem Ofen in die betreffenden Räume ist die nächste Folge. Im letztern Falle bilden sich zwei Luftströmungen, die eine, die warme Luftströmung, geht nach oben und führt die Verbrennungsgase mit sich; letztere werden allmählig abgekühlt, oben von dem kältern nach unten sich bewegenden Luftstrom erfasst und somit in die bewohnten Räume zurückgeführt. Diese Nachtheile geben sich besonders bei offenen Schornsteinbusen, welche auf dem platten Lande noch häufig in Gebrauch sind, kund.

Rauchverzehrung. Um den Zug zu beschleunigen, muss der Kamin für technische Anlagen erhöht werden: reicht die Erhöhung des Kamins nicht aus, so muss mit derselben die Verminderung des Spatiums zwischen den Roststäben Hand in Hand gehen. Ist auch dies nicht genügend, so muss künstliche Luftzuführung, also ein Gebläse zur Anwendung kommen. Sowohl bezüglich des Zuges als auch der geringen Belästigung durch den Russ haben sich die sogenannten Abkühlkammern sehr vortheilhaft bewährt; dieselben stellen grosse, viereckige, überwölbte leere Räume dar, in welche die verschiedenen Züge der Feuerung münden; diesen gegenüber ist nur ein einziger Austritt in einen hohen Schornstein vorhanden.

Es ist vorzugsweise zu beachten, dass die Oeffnungen für das Zu- und Abströmen der Luft an den obern Theilen der Kammer sich befinden, da sich die grösste Menge Russ im sogenannten faulen Raum, in welchem keine directe Bewegung stattfindet, ansammelt. Später nimmt man durch eine seitlich angebrachte Thür Russ und Flugasche heraus.

Der einzige Nachtheil dieser Einrichtung besteht in einem beständigen Geräusch, welches sich ähnlich dem Brummen eines Ventilators in der Abkühlkammer erzeugt.

Die sicherste Rauchverzehrung geschieht dadurch, dass die Feuergase vor ihrem Abgange in den Kamin einen glühenden Raum passiren. Diese Einrichtung passt vorzüglich für solche Etablissements, welche für Anheizung und Erwärmung einer besondern rauchfreien Feuerung bedürfen, wie dies z. B. bei Glashütten und manchen metallurgischen Processen der Fall ist. Hierbei ist zu beachten, dass der Zug in dem

Hauptkamin tiefer liegen muss, als der russführende Zug, damit der Rauch das Feuer passirt. — In England wird das Gesetz, nach welchem jeder Schornstein nur 5 Minuten lang rauchen darf, durch Errichtung von zwei miteinander verbundenen Schornsteinen umgangen, indem man bald den einen, bald den andern mittels eines Schiebers abwechselnd benutzt.[2]

Die verschiedenen Etagenroste behufs Rauchverbrennung erfordern zwar viel Aufmerksamkeit bei der Bedienung, haben aber eine grosse Verbreitung gefunden; ihr Princip beruht ebenfalls darauf, dass über glühende Kohlen die russende Flamme des frisch aufgeworfenen Brennmaterials streichen muss.

Ueber die Nothwendigkeit der Rauchverzehrung bei Anwendung von bituminösen Fossilien. Die bei der Verbrennung sehr bitumenreicher Fossilien auftretenden Russmassen sind nicht unerheblich und können durch Verunreinigung manche Belästigung hervorrufen. Auf der andern Seite sind es auch die Bestandtheile desselben, welche häufig störend in die gewerbliche Beschäftigung eingreifen oder die Vegetation beeinträchtigen. Der Russ enthält ausser Kohlenstoff noch eine ganze Reihe empyreumatischer Producte, worunter die Ammoniumsalze, das Kreosot resp. die Carbolsäure, Brandharze und nicht selten Theerbasen vorzugsweise in Betracht kommen. Es kann deshalb nicht auffallend sein, dass in der Nähe von Fabriken, welche sehr russende Kohle verwenden, das von den Dächern aufgefangene Regenwasser höchst unrein und für etliche Zwecke ganz unbrauchbar ist. Zur Bereitung mancher Speisen wird unbedingt weiches Wasser erfordert; will man nun ein derartig verunreinigtes Regenwasser hierfür gebrauchen, so büssen nicht selten die Speisen viel von ihrem Wohlgeschmack ein.

Es gibt Länder, z. B. Holland, ein grosser Theil von Dänemark und mehrere Küstenstriche von Holstein, welche kein trinkbares Brunnenwasser besitzen, da dasselbe durch organische Substanzen mehr oder minder gelb gefärbt ist und einen mulstrigen Geschmack hat. In diesen Ländern ist die Aufhebung des Regenwassers zur Benutzung als Trinkwasser geboten: die Güte desselben kann aber durch den Aufschwung der Industrie sehr beeinträchtigt werden. Hierfür liefern die grossen Städte Hollands, wie Amsterdam und Rotterdam, den augenscheinlichsten Beweis. So lange diese beiden Städte Torf als Brennmaterial benutzten, blieb das Regenwasser gut; da aber in neuerer Zeit die billigeren Steinkohlen aus England und Deutschland eingeführt worden sind, hat sich die Qualität des Regenwassers sehr bedeutend verschlechtert und zwar deshalb, weil beim Verbrauch sehr bituminöser Steinkohlen die Russerzeugung gross ist und die verhältnissmässig niedrigen Kamine das Ablagern des Russes auf den Dächern begünstigen. Dies rührt nämlich daher, dass die Construction der Kamine der Verbrennung des Torfes, welcher einen viel geringern Zug als die Steinkohlen bedarf, angepasst ist, nicht aber der der Steinkohlen. Für alle diese Länder ist deshalb die Rauchverzehrung von der grössten Wichtigkeit, abgesehen davon, dass der Rauch überall Belästigung verschafft.

Ein mit Russ verunreinigtes Regenwasser hat auch bezüglich der Wäsche grosse Nachtheile und erfordert besonders einen grössern Consum von Seife, weil die Bestandtheile eines solchen Regenwassers die Seife zerlegen und gleichzeitig auch die durch den Russ entstandenen Flecke einen grössern Verbrauch von Seife erheischen; ausserdem wird bekanntlich das Trocknen der Wäsche durch eine Russatmosphäre sehr benachtheiligt.

Für die Pflanzen kann der Russ ebenfalls mechanisch nachtheilig werden, da er die feinen Poren der Blätter verstopft, dadurch die Verdunstung hemmt und somit die Circulation beeinträchtigt. Enthält der Russ noch empyreumatische Stoffe, so kann er ein sofortiges Absterben der Blätter bewirken: es ist vorzugsweise der Gehalt an Carbolsäure, der stets diese Erscheinung resp. Störung hervorruft. Das Getreide, welches in solchen Gegenden wächst, liefert immer ein weniger weisses, ein graues Mehl, das eine geringere Qualität darstellt und deshalb schlechter bezahlt wird, so dass die Eigenthümer pecuniären Schaden durch die Einwirkung des Russes erleiden. Auch Getreide, welches in der Nähe volkreicher und industriereicher Städte gezogen wird, liefert fast niemals ein ganz weisses Mehl.

So ist auch die Leinen- und Wachsbleiche da, wo russende Steinkohlen verbrannt werden, ganz unausführbar. Alle diese Thatsachen sprechen für die dringende Nothwendigkeit, dass die Baupolizei bezüglich der Rauchverzehrung kräftiger, als es bisher geschehen ist, einschreite.

2) **Die Kohle als Farbe.** Die Kohle ist der eigentliche Repräsentant der schwarzen Farbe; ganz besonders ist es der fein zertheilte Kohlenstoff, der Russ, welcher als Deckfarbe benutzt wird. Nach der Beschaffenheit des zur Darstellung benutzten Brennmaterials richtet sich auch die Natur resp. Qualität des Russes. Man unterscheidet leichten, schweren und Glanzruss; unter leichtem Russ begreift man Flatter-, Kien- oder Lampenruss. Diese Sorten des leichten Russes unterscheiden sich weniger durch ihre Zusammensetzung und Eigenschaft als durch ihre Darstellungsweise.

Der schwere Russ enthält meist Bitumen und hat ein bedeutend höheres specifisches Gewicht; der Glanzruss ist völlig von Bitumen durchtränkt und bildet einen glänzenden Ueberzug, woher sein Name stammt; er kann bei hoher Temperatur durch seinen Gehalt an Bitumen und Brandharz flüssig werden, abtropfen und in Brand gerathen.

Die **Russbereitung** beruht im Allgemeinen auf der Verbrennung sehr kohlenstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe, wobei die Sauerstoffzufuhr so regulirt wird, dass hauptsächlich nur der am leichtesten entzündliche Wasserstoff verbrennt und der Kohlenstoff sich als feiner Staub in Form von feinem Russ ausscheidet.

Die verschiedenen Russarten erfordern zu ihrer Erzeugung besondere Apparate, welche aus dem Verbrennungsraume, dem sogen. Herde und den Russkammern resp. Russcanälen, sowie aus der zur Wegführung der Verbrennungsproducte angebrachten Luftzufuhr- resp. Luftabfuhr-Einrichtung bestehen. Werden zu letzterm Zwecke bloss hohe Kamine angewendet, so findet die Ablagerung des Russes in grossen Kammern statt, wird jedoch die Luftzufuhr mittels Ventilatoren erzeugt, so lagert sich der Russ in langen Canälen, welche durch kleine Kammern unterbrochen sind, ab.

Je weiter sich alsdann der Russ vom Verbrennungsapparate entfernt abgelagert hat, desto leichter und besser ist die Qualität desselben; es hat deshalb die Anwendung des Ventilators den grossen Vortheil, dass gleichsam ein Sortiren des Kienrusses sofort bei der Erzeugung stattfindet.

a) Den **leichten Kienruss** erhält man durch Verbrennen von Harzen, harzreichen Hölzern, Theer, Theerölen, Rückständen der Petroleumrectification oder der Leuchtgasbereitung, bei beschränkter Sauerstoffzufuhr.

Den feinsten Kienruss, den Lampenruss, stellt man dar, wenn man die schweren Steinkohlen-Theeröle, die Oele der beiden letzten Fractionirungen, deren Siedepunct bis 275° und darüber geht, bei gehemmtem Luftzuge verbrennt; sie werden zusammen in Behälter gegeben, welche durch künstliche Wärme so weit erhitzt werden, dass das Naphtalin in dem Oel gelöst bleibt. Aus diesem Behälter wird eine Röhre nach dem sogenannten Lampenrohre geführt, welches 50—100 Lampen enthält, deren Oelbehälter nach dem System der umgestürzten Flaschen oder Sturzflaschen bei constantem Niveau (*Benkler*'sches System) construirt sind und deren Dochte 1—1 ¼ Zoll Durchmesser haben. Die Lampen werden dann angezündet und durch unvollkommenes Schliessen der eisernen Thür des Lampenofens wird nur so viel Luft zugelassen, dass hauptsächlich nur der Wasserstoff dieser Oele verbrennen kann und sich der Kohlenstoff als Lampenruss ausscheidet. Man verbindet diese Lampenöfen mit Exhaustoren, welche den gebildeten Russ in Ablagerungscanäle einsaugen.

Häufig wird der leichte Kienruss (Flatterruss) aus Theer dargestellt. Die

Verbrennung geschieht in grossen Herden, wobei der Theer sich in pfannenähnlichen offenen Behältern befindet, in welchen er verbrannt wird; auch hier wird die Zufuhr des Sauerstoffs durch die Thür an der Feuerung regulirt und zwar entweder durch Schieber in der Thür oder durch Oeffnen und Schliessen der Thür selbst.

Man beobachtet hierbei zwei Methoden, um die Wärme zu verwerthen, die bei der Kienrussbereitung in Folge des beschränkten Zuges der Feuerung abfällt. In dem einen Falle wird nämlich frischer Theer, welcher sich in Kesseln über dem Verbrennungsapparate befindet, durch die Verbrennungswärme abdestillirt; die Producte werden entweder als solche gebraucht oder nach der oben erwähnten Weise zur Darstellung von Lampenruss benutzt.

Nach der andern Methode sind die über dem Verbrennungsapparate liegenden Kessel mit Wasser angefüllt, welches durch die abfallende Wärme in's Sieden gebracht wird und mannigfache Benutzung erfährt; man hat sogar mit Erfolg den Versuch gemacht, diese Kessel als Dampferzeuger für Dampfmaschinen zu benutzen.

Die Gase und Dämpfe, welche aus den Russkammern resp. Russcanälen austreten, bestehen aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser, Sumpfgas, Leuchtgas, schwefliger Säure, Blausäure, Ammoniak, Acetylen und der ganzen Reihe der flüchtigen Kohlenwasserstoffe, unter denen Naphtalin nie fehlt. In den meisten Fällen sind die abziehbaren Gase brennbar, können aber nur bei der grössten Vorsicht durch Verbrennung unschädlich gemacht werden; dieselbe ist nur bei der Anwendung des Ventilators ausführbar, weil sich die Verbrennung bei den Russkammern sehr leicht auf diese selbst ausdehnen kann. Wo hohe Kamine den Luftzug herstellen, da lässt man die Gase und Dämpfe stets in's Freie austreten, was auch mit keinem weitern Bedenken verbunden ist, da die Fabriken dieser Art ohnehin nicht in volkreichen Städten etablirt werden können und dürfen; sie müssen stets schon wegen der Ausbreitung des Russes in die nächste Umgebung eine freie Lage haben. Dieser Umstand hat aber häufig eine Benachtheiligung der Vegetation zur Folge und namentlich wird das in der Nähe solcher Fabriken gezogene Getreide niemals ein normales weisses Mehl liefern; erfahrungsgemäss muss nicht selten den Besitzern der betreffenden Felder deshalb ein Schadenersatz geleistet werden. Die Fabricanten sind sogar häufig genöthigt, den der Fabrik zunächst gelegenen Grund und Boden anzukaufen, um diese Nachtheile selbst zu tragen.

Verwendung des leichten Kienrusses. Kienruss wird für die Bereitung der Druckerschwärze, der schwarzen Lacke zu Glanzleder u. s. w. benutzt. Da er aber noch brenzliche Producte, namentlich Carbolsäure und Naphtalin enthält, so müssen diese Körper ganz besonders dann zerstört werden, wenn er zur Bereitung der Druckerschwärze verwendet werden soll; geschieht dies nicht, so bekommen die Buchstaben alsbald einen gelblichen Rand. Zur Zerstörung dieser brenzlichen Producte wird der Russ in gusseisernen Cylindern, welche fest verschlossen sind und nur eine kleine Oeffnung für die Entweichung dieser Producte haben, 1, 2 oder 3mal geglüht. Der Russ heisst alsdann 1, 2 oder 3mal gebrannt und man erkennt diese Sorten schon an der Verpackung, indem man das Fabrikzeichen eben so viele Mal einbrennt als der Russ gebrannt worden ist.

Die hierbei auftretenden brenzlichen Producte haben einen penetranten und unangenehmen Geruch und sind denselben erhebliche Mengen Kohlenoxyd beigemengt; es muss deshalb unter allen Umständen für die Ableitung resp. Verbrennung derselben gesorgt werden.

b) Den **schweren Kienruss** erhält man durch Verbrennen von bituminösen Fossilien (Steinkohle, Braunkohle, Torf), von bituminösem Liasschiefer, natürlichem Asphalt, überhaupt fossilen Erdharzen, unter Anwendung der obengenannten Apparate. Da er mehr oder weniger mit Aschenbestandtheilen und Brandharzen verunreinigt ist, so hat er einen geringern Farbwerth und wird vorzugsweise für die Wichsfabrication u. s. w. benutzt.

c) Der **Glanzruss** (Fuligo splendens) bildet sich als Nebenproduct bei der Holzverbrennung; er hat eine beschränkte Anwendung. Man benutzte ihn früher als Arzneimittel oder als Conservirungsmittel für Fleisch in einem wässrigen, essighaltigen Auszuge; auch eine sepiabraune Farbe stellt man daraus dar; seltner wird er beim Zeugdruck benutzt.

Zu den Russarten gehört auch noch der chinesische Russ oder das chinesische Schwarz, welches, in Bambusröhren verpackt, über Indien in den Handel gebracht und aus Campheröl, Campherharz und überhaupt aus campherhaltigen Rückständen bereitet wird; es zeichnet sich durch einen metallischen Glanz aus und ist bedeutend leichter als der gewöhnliche Kienruss. Die chinesische Tusche besteht hauptsächlich aus dem Russ von Sesamöl oder von dem Oel der Bignonia tomentosa. Frankfurter Schwarz, Rebschwarz bereitet man durch Verkohlen von Traubenkämmen, Weinhefe und von im Frühjahr abgeschnittenen Weinreben, das Spanische Schwarz durch Verkohlen der Abfälle des Korkholzes. Durch Verkohlen des Spindelbaums entsteht die Reisskohle, welche zu Zeichenstiften fabricirt wird.

Die Russverpackung. Der Russ wird nach seiner Feinheit verschieden verpackt; den feinen und leichten Lampenruss verpackt man in kleinen Fässchen, den schwereren Flatterruss in grossen Fässern oder selbst Ballen.

Da der Russ sehr locker ist, so muss die ganze Masse compacter gemacht werden, damit sie ein geringeres Volumen einnimmt; deshalb bringt man den Russ in Säcke und übt auf dieselben entweder durch Treten mit den Füssen oder durch ein Walzenpaar einen kräftigen und anhaltenden Druck aus.

In einigen Gegenden Deutschlands und Frankreichs geschieht die Verpackung noch durch Eintreten mit den Füssen. Gewöhnlich besorgen Frauenzimmer das Geschäft; ein Frauenzimmer steigt in das zu verpackende Fass und ist mit einem langen Kleide angethan, welches über den Hüften mit einem Gürtel fest verschlossen ist; das Kleid ist so weit, dass es das ganze Fass bedeckt. Es wird nun ein Reif über den Kopf des Mädchens in der Art herabgelassen, dass das Kleid hermetisch auf das Fass gedrückt wird. Eine zweite Person bringt nun durch den Schlitz des Kleides einen leinenen Schlauch, um mittels desselben den Russ in das Fass zu leiten. Wenn die Person fühlt, dass sie einige Zoll Russ unter den Füssen hat, so tritt sie, indem sie die Oeffnung des Kleides fest zuhält, den Russ mit den Füssen auf der ganzen Bodenfläche fest zusammen; dann lässt sie neuen Russ zuschütten, welchen sie wieder mit den Füssen feststampft; dadurch erhebt sie sich im Fasse und zieht das Kleid unter dem Reifen so lange nach, bis das Fass gefüllt ist.

Bei dieser Arbeit bildet sich eine eigenthümliche Hautkrankheit aus, namentlich zwischen den Fusszehen, am Schenkel und an den äussern Genitalien; seltner zeigen sich Mundgeschwüre. Das Leiden besteht in einer Vereiterung der Talgdrüschen der Haut; ein kleiner schwarzer Punct an der Ausmündungstelle der Talgdrüsen umgibt sich mit einem rothen Hofe, es treten Anschwellung und Verdickung in Folge von Exsudation ein, worauf gewöhnlich Eiterbildung folgt. An den Genitalien bekommen die Geschwüre leicht einen speckigen Grund und werden dadurch den syphilitischen Geschwüren sehr ähnlich. Das schwarze Pünctchen scheint nicht allein vom Schmutze resp. vom Russe, sondern auch von einer Vereinigung des Naphtalins mit dem Inhalt der Talgdrüschen herzurühren. Rossignon[3]) fand nämlich, dass Naphtalin und Schweineschmalz, wochenlang der Luft ausgesetzt, unter Aufnahme von Sauerstoff und Entwicklung von Kohlensäure eine schwarze Masse bilden. Bekanntlich besteht das Fett der Talgdrüschen wie das Schweineschmalz aus Margarin und Olein und es liegt deshalb die Annahme nahe, dass in der Haut ein ähnlicher Process stattfinden kann, da der gewöhnliche Russ immer Naphtalin enthält.

Eine sorgfältige Reinigung der Haut ist das Mittel, diese Hautkrankheit zu verhüten; die Arbeiter müssen sich aber zuerst mit wenig Theer, dann mit Fett die Haut einreiben und sich schliesslich mit einem Seifenbade vollständig reinigen.

Das Eintreten des Russes mit den Füssen ist übrigens eine sehr anstrengende Arbeit; erfahrungsgemäss kann Niemand länger als 5 Tage diese Verpackung aushalten. Das Schwarzspucken zeigt sich fast bei allen Arbeitern, die in den Fabriken von Kienruss beschäftigt sind; niemals fehlt es bei denjenigen, welche vorzugsweise die Verpackung besorgen. Ein Nachtheil tritt selten bei gesunden Leuten ein; es verliert sich meist schnell wieder, wenn man den äussern Einflüssen nicht mehr ausgesetzt ist. Bei tuberculösen Individuen bringt es jedoch bisweilen einen entschiedenen Nachtheil und auf Grund eigener Beobachtungen glauben wir annehmen zu müssen, dass der Erweichungsprocess der Tuberkeln dadurch begünstigt wird, indem wohl zu beachten ist, dass sich der Russ durch seinen Gehalt an Carbolsäure wesentlich von dem gewöhnlichen Kohlenstaub unterscheidet und mehr Reizungen der Respirationsorgane zu erzeugen vermag.

3) **Anwendung der Kohle zur Entfärbung und Desinfection.** Man benutzt zur Entfärbung vorzüglich die Knochenkohle (Ebur ustum), deren Darstellung in der trocknen Destillation der Knochen beruht.

In ganz primitiver Weise füllt man eiserne Töpfe mit den zerschlagenen Knochen, stürzt sie übereinander und verkittet sie so mit Lehm, dass dadurch das Austreten der Gase nicht verhindert wird; letztere entzünden sich und unterstützen auf diese Weise den Verbrennungsprocess. Diese ganze Procedur ist wegen ihrer grossen Belästigung nur in unbewohnten Gegenden zulässig; in technischer und sanitärer Beziehung ist das Verfahren vorzuziehen, nach welchem die Knochen in Retorten oder Cylindern bei Abschluss der Luft der Rothgluth ausgesetzt und die Producte der trocknen Destillation in Vorlagen und Kühlapparaten aufgefangen und verwerthet werden.

Die verkohlten Knochen werden in Stampfmühlen bei häufiger Wasserbefeuchtung grob gemahlen und die verschiedenen Sorten bezüglich des Korns durch Sieben getrennt. Die stickstoffhaltige Kohle, welche mit dreibasisch phosphorsaurem Calcium innig gemengt und äusserst fein vertheilt ist, besitzt die Eigenschaft der Entfärbung ganz besonders, weshalb sie vorzugsweise Klärkohle genannt wird; sie hat in der Runkelrübenzuckerfabrication einen vollständigen Umschwung hervorgerufen.

Durch Ausziehen des Calciumphosphats mittels verdünnter Salzsäure aus den verkohlten Knochen wird die Entfärbungsfähigkeit vermehrt, weil ersteres die Kohle gleichsam umhüllt. Dem vollkommenen Ausziehen des Calciumphosphats steht die schwierige Filtrirbarkeit der mit einer solchen feinen Kohle behandelten Flüssigkeit entgegen, weshalb das Ausziehen nur so weit vorgenommen werden darf, dass die Structur der Knochen bleibt und nur die Oberfläche derselben kohlenstoffreicher geworden ist. Gebraucht man zu diesem Zwecke verdünnte Schwefelsäure, so wird ein Theil der Phosphorsäure austreten und der dieser ausgetretenen Säure entsprechende Antheil von Kalk in Gips verwandelt, welcher durch die Volumszunahme die Porosität der Knochenkohle und somit auch ihre entfärbende Kraft vermehrt, auf der andern Seite jedoch auch durch seine Anwesenheit dem Zuckerfabricanten viel Belästigung verschafft.

Eine auf diese Weise behandelte Knochenkohle heisst Doppelschwärze, da sie den doppelten Werth in Bezug auf Entfärbung hat.

Dieses Ausziehen der Knochen mittels Säuren muss in Bottichen vorgenommen werden, die verschlossen und so construirt sind, dass die auftretenden Gase (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Kieselfluorwasserstoff) mittels eines Rauchfanges unter den Rost einer Feuerung geleitet werden können; man benutzt dazu am besten die Feuerung der Trockenpfannen, auf welchen die Klärkohle nach der Behandlung mit der Säure getrocknet wird.*) Das Auskrücken der Doppelschwärze aus der Trockenpfanne ist wegen des damit verbundenen Staubes für die Arbeiter sehr belästigend; sie leiden fast durchgehends am Schwarzspucken, wenn sie nicht durch sorgfältiges Vorbinden von

---

*) Wegen des Gehalts der Knochen an Chlorcalcium und Fluorcalcium entwickeln sich leicht geringe Mengen von Fluor- resp. Kieselfluorwasserstoff (s. S. 259).

nassen Tüchern oder Schwämmen vor Nase und Mund das Einathmen des Staubes verhüten; diese Vorsichtsmassregel ist daher durchaus erforderlich.

Die Holzkohle[4]) wird als sogenanntes Schwarzmehl, d. h. im pulverisirten Zustande, beim Entfuseln des Branntweins verwendet; auch bei der Filtration des Wassers wird diese Kohle benutzt, wenn es sich um die Wegnahme übelriechender und übelschmeckender organischer Substanzen handelt.

Durch frisch ausgeglühte und in Gefässen hingestellte oder in Kruken an der Decke aufgehängte Holzkohle lässt sich sogar die Luft in Krankensälen verbessern und es ist diese Benutzung derselben bis jetzt zu wenig gewürdigt worden.

Die sogenannte platinirte Kohle, welche man durch Tränken von Kohlenstückchen in einer verdünnten Lösung von Platinchlorid und nachfolgendes Ausglühen bei Luftabschluss erhält, unterscheidet sich im Aeussern gar nicht von der gewöhnlichen Kohle, ist aber grade wie Platinschwamm befähigt, chemische Verbindungen zu befördern; leitet man Wasserstoff auf dieselbe, so erglüht sie ebenso rasch wie Platinschwamm. Hieauf beruhen die von *Stenhouse* construirten Respiratoren, bei welchen die Zwischenrärme zwischen zwei Drahtgitterwänden mit Kohle, die 2% Platin enthält, angefüllt sind.[5])

Aufgespeicherte Holzkohlen können unter Umständen von selbst in Brand gerathen; in Folge der Selbstentzündung der Kohle sind nicht selten Pulvermühlen explodirt; dieselbe Eigenschaft besitzt auch der Kienruss, überhaupt jede fein zertheilte Kohle. Auch das Schwarzmehl darf nie in grossen Quantitäten trocken aufgespeichert werden, weil sonst leicht Selbstentzündung erfolgt.

Die Holzkohle hat noch die besondere Eigenschaft, dass sie sich in Berührung mit fetten Oelen durch die rasche Oxydation, welche in den Poren derselben stattfindet, rasch erhitzt und sich auf diese Weise entzünden kann.

Von grosser Wichtigkeit ist die Eigenschaft der Kohle, resp. Holz- oder Thierkohle, organische Substanzen aus Lösungen aufzunehmen. Hiermit hängt eine andere Thatsache zusammen, welche in neuerer Zeit der analytischen Chemie in Bezug auf gerichtliche Medicin einen neuen Weg gebahnt hat, nämlich die Absorptionsfähigkeit der Kohle für Alkaloide, z. B. für Strychnin, Morphin, Peucedanin, Coffein, Theein, Solanin, Atropin, Chinin und Chinoidin. Nicht absorbirt werden: Theobromin, Coniin, Cinchonin, Veratrin und Cantharidin.

d) **Anwendung der Kohle als Reductionsmittel bei metallurgischen Processen.** Der Sauerstoff der verschiedenen Oxyde der Metalle bildet mit dem Kohlenstoff, wenn beide in glühendem Zustande zusammen kommen, Kohlenoxyd, während das Metall frei abgeschieden wird. Diese Verwendung der Kohle findet bei den wichtigsten metallurgischen Processen statt; eine grosse Rolle spielt die Kohle in dieser Beziehung beim Hohofenprocesse.

Wiederbelebung der Knochen- oder Klärkohle.

Während der Entfärbung von Flüssigkeiten sättigt sich die Knochenkohle mit Farbstoffen; auch nimmt sie noch Schleim und sonstige fremde Bestandtheile der zu entfärbenden Flüssigkeiten auf, namentlich dann, wenn sie z. B. bei der Darstellung des Rohzuckers verwendet worden ist.

Durch Entfernen der fremden Bestandtheile kann man die Knochenkohle regeneriren, d. h. die färbenden Bestandtheile aus derselben wegschaffen und sie zu einer abermaligen Benutzung geeignet machen. Dies Verfahren heisst der Wiederbelebungsprocess der Knochenkohle; er findet stets in Zuckerfabriken statt. Dieses Verfahren wird auf drei verschiedene Arten ausgeführt: 1) durch Gährung, 2) durch Behandeln mit Alkalien und nachheriges Ausziehen mit verdünnter Salzsäure, 3) durch Behandeln mit Säure allein und Zerstörung der noch rückständigen organischen Stoffe (Eiweisskörper, Farbstoffe u. s. w.) mittels Glühens.

1) **Die Gährung.** Dieselbe geschieht entweder in Haufen (trockne) oder in Bottichen (nasse Gährung). Beim erstern Verfahren wird die Kohle auf 3–4 Fuss hohe Haufen gesetzt, wobei sich durch häufiges Umschaufeln der sich erwärmenden feuchten Masse die Gase des Gährungs- und Fäulnissprocesses entwickeln. Im Allgemeinen bestehen dieselben aus Kohlenwasserstoff, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff; stammt die Kohle aus Runkelrübenzuckerfabriken her, so bestehen die Gase und Dämpfe schliesslich aus Buttersäure, Baldriansäure, Schwefelwasserstoff resp. Schwefelammonium. Auch hier fehlen Kohlensäure, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff als Spaltungs- und Fäulnissproducte der organischen Gebilde niemals; ihre Entfernung ist der Hauptzweck des Gährungsprocesses.

Diese Procedur muss zum wenigsten in hohen und luftigen Räumen vorgenommen werden; in Zuckerfabriken sollten aber dazu besondere flache Gewölbe benutzt werden, welche durch Gänge resp. Züge mit dem Hauptschornstein in Verbindung stehen, um den Gasen und Dämpfen einen vollkommenen Abzug zu gewähren. Durch den hierbei stattfindenden raschern Luftwechsel wird auch die Zersetzung in viel kürzerer Zeit beendigt sein.

Bei der Gährung in Bottichen tritt wegen des beschränkten Luftzutritts eine vollständige Gährung ohne eigentliche Fäulniss ein, indem der Zucker sich zuerst in Alkohol und alsdann in Essigsäure verwandelt und Calciumacetat auf Kosten des von der Kohle absorbirten Calciumcarbonats entsteht.

Auf das eine oder andere dieser Verfahren muss jedesmal ein sorgfältiges Auswaschen der Kohle folgen. Die abfallenden Waschwässer sind ganz besonders zu beachten; sie enthalten ausser essigsaurem und phosphorsaurem Calcium noch baldriansaures, buttersaures, bernsteinsaures und asparaginsaures Calcium. In manchen Fällen lohnt es sich, sie zur Darstellung der in ihnen enthaltenen Säuren, der Essig-, Butter- und Baldriansäure u. s. w. zu benutzen. Niemals dürfen sie in Schlinggruben oder kleine Bäche abgelassen werden; sollen sie frei abfliessen, so ist ein Zusatz von Kalkmilch im Ueberschuss zur Vermeidung der weitern Zersetzung nöthig. Hierdurch werden die phosphorsauren Salze grösstentheils neben den stickstoffhaltigen Verbindungen niedergeschlagen; der Niederschlag kann als Dünger und das abfliessende Wasser alsdann ohne Bedenken in öffentliche Canäle oder grössere Flüsse abgelassen werden, wenn es vollständig geklärt und von allen organischen Beimischungen befreit worden ist.

2) **Behandeln der Kohle mit Alkalien und nachheriges Ausziehen mit verdünnter Salzsäure.** Wenn die Kohle nach der Gährung zunächst mit Alkalien in Berührung kommt, so entwickelt sich durch die Zersetzung der noch vorhandenen Eiweisskörper Ammoniak; diese Procedur geschieht in Bottichen oder auf Bühnen, in welchen Einrichtungen zum Abzuge der ammoniakalischen Gase und Dämpfe anzubringen sind.

Nachdem die Kohle gehörig ausgewaschen worden ist, wäscht man sie mit angesäuertem Wasser nach. Beim Zusatz der Säure entwickeln sich Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, bisweilen neben Spuren von Essig-, Butter- und Baldriansäure. Luftige Räume, in welchen diese Procedur vorgenommen wird, genügen für den Schutz der Arbeiter; immerhin ist für eine kräftige Ventilation Sorge zu tragen. Der Zweck dieses Verfahrens ist die Entfernung des Gipses aus der Kohle.[6])

Was die Waschwässer, die sogenannten Säurewässer, betrifft, so ist es am zweckmässigsten, die alkalischen und sauren Wässer zu vermischen und als Düngmittel resp. zur Berieselung zu benutzen; ein directer Abfluss sollte nie gestattet werden.

3) **Wiederbelebung durch Glühen.** Enthält die gebrauchte Knochenkohle Zucker und Eiweissstoffe, so reicht das Glühen allein nicht aus, da sich sonst eine blasige, glänzende und harte Kohlenmasse bildet, die durch ihre geringe Porosität ein geringes Entfärbungsvermögen besitzt.

Da der Zucker und das Eiweiss vor ihrer Zerstörung durch die Wärme weich werden und gleichsam in Fluss gerathen, so umhüllen sie die Knochenkohle und bilden bei einer weitern Erhitzung, die eine vollständige Zerstörung dieser Gebilde veranlasst, eine gleichsam schützende Decke von harter glasiger Kohle, welche die Einwirkung der Knochenkohle auf den Farbstoff nicht zulässt.

In den meisten Zuckerfabriken wendet man deshalb ein combinirtes Verfahren an, indem man die Knochenkohle zuerst gähren lässt und erst nach dem Auslaugen das Brennen vornimmt. Durch die Gährung wird alsdann der Zucker neben den andern stickstofffreien und stickstoffhaltigen Verunreinigungen der Kohle so weit verändert, dass der Zucker in Alkohol und schliesslich in Essigsäure übergeführt wird, welche schon an und für sich auf die andern Substanzen lösend einwirkt. Ausserdem werden die stickstoffhaltigen Substanzen durch die Veränderung, welche sie während des Processes erfahren, in Wasser löslich gemacht.

Bei einer Klärkohle, welche zum erstenmal zum Entfärben gedient hat, genügt es, dieselbe mit verdünnter Salzsäure zu behandeln; nach dem Auswaschen kann sie dann geglüht werden. Die hier abfallenden Waschwässer sind von geringerm Belange, wenn grosse Quantitäten von Wasser zum Auswaschen verwendet werden; widrigenfalls ist der Zusatz von Kalkmilch nöthig, ehe sie zum Abfluss gelangen.

In vielen Zuckerfabriken lässt man nicht nur die bei der Gährung gewonnene Kohle, sondern auch den geglühten Rückstand nur mit schwacher Salzsäure einige Tage lang stehen, um der Kohle namentlich das aus dem Rübensaft aufgenommene Kaliumcarbonat zu entziehen und ihr gleichsam eine frische und wirksame Oberfläche zu geben.

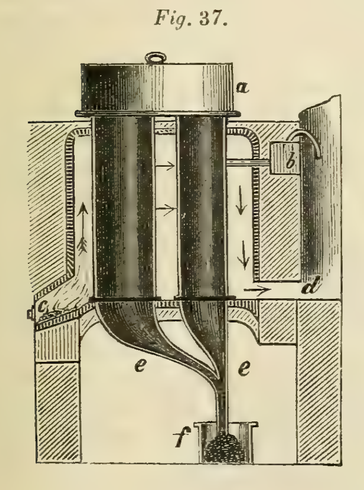
Bezüglich der Behandlung der Abfallwässer sind diese verschiedenen Methoden der Behandlung der Klärkohle stets zu berücksichtigen (s. die Zuckerfabrication).

Zum Glühen der Knochenkohle behufs Wiederbelebung gebraucht man 28 Fuss lange, in einem Ofen stehende Cylinder, welche oben gefüllt und unten entleert werden. Das Feuer umgibt nur den obern $^3/_4$ Theil der Cylinder, während das untere Viertel sich frei unterhalb der Ofenhöhle befindet und da beginnt, wo sich die einzelnen Cylinder vereinigen. Ehe die Kohle dem Glühapparat übergeben wird, trocknet man sie in den meisten Fällen vorher; dies geschieht gewöhnlich auf Darrplatten, welche am obern Ende der Cylinder angebracht sind und unter denen die Feuerluft des Glühofens durchzieht, ehe sie in den Kamin tritt.

Die Arbeiter leiden hierbei viel durch Hitze und Staub, indem sie die sehr feine Kohle beständig umschaufeln und sie gleichzeitig der obern Oeffnung der Cylinder immer näher bringen müssen. Zweckmässig ist es, die Kohle mittels eines Fülltrichters (Fig. 37 *a*), welcher einen Schieberboden hat, einzutragen; ein solcher dient zur Füllung von zwei Ausglühröhren.

Bei diesem Glühen der Knochenkohle entwickeln sich neben empyreumatischen und stinkenden Dämpfen stets noch Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff und Ammoniak; diese Gase und Dämpfe dürfen nie in den Fabrikraum gelangen. Gewöhnlich fängt man sie unter einem Busen auf, um sie in den Schornstein zu leiten; aber auch dieses Verfahren ist gänzlich unzureichend, weil die Arbeiter dabei häufig mit den betreffenden Gasen und Dämpfen in Berührung kommen, namentlich wenn ihre Entwicklung, wie gewöhnlich, stossweise und in Masse auftritt.

Fig. 37.



Nothwendig ist es, 1) die Ausglühröhren durch den erwähnten Fülltrichter zu schliessen, 2) die Gase und Dämpfe durch eine besondere Vorrichtung (Fig. 37 *b*) an einer obern Stelle der Cylinder austreten zu lassen und in die Feuerung (*c*) zu leiten. Die Flamme umspielt die Cylinder von allen Seiten und geht (bei *d*) in den Schornstein über. Der untere Theil der Cylinder, welcher in ein Gewölbe mündet, stellt die Kühlcylinder (*e*) dar, in welchen die Temperatur der Kohle so weit sinkt, dass sie ohne Gefahr der Entzündung der atmosphärischen Luft wieder ausgesetzt werden kann. Ein an diesen Cylindern angebrachter Schieber wird zeitweilig geöffnet, um die vollkommen ausgeglühte Kohle in offene Kasten austreten zu lassen.

In manchen Fabriken findet sich hier ein Selbstverschluss ohne Schieber, oder man lässt die Kohle in Kasten (f) ab, in welchen sich durch Gährung gewonnene Kohlensäure befindet, um die Löschung zu bewerkstelligen und die Verbrennung des Kohlenstoffs resp. der Knochenkohle zu verhüten. Immerhin entwickelt sich bei der Herausnahme der Kohle viel Staub, vor welchem die Arbeiter sich so viel als möglich durch vorgebundene Tücher oder nasse Schwämme zu schützen haben.[7])

Um den ganzen Glühprocess in seinen wichtigsten Momenten nicht von der Willkühr eines Arbeiters abhängig zu machen, hat man einen selbstständigen und leicht regulirbaren Mechanismus zur Entleerung der Kohlencylinder erfunden.[8])

Die bei der Fabrication von Stärkezucker (Traubenzucker) verwendete Kohle wird nach derselben Methode regenerirt. Hierbei treten aber die übelriechenden Gase und Dämpfe noch viel rascher und massenhafter als bei der Runkelrübenzuckerfabrication auf, weil der Traubenzucker viel rascher in Gährung und Fäulniss übergeht; dagegen fehlen die stickstoffhaltigen Producte.

Gewinnung der Kohle zur Benutzung als Brennmaterial.

Beim Bergbau-Betriebe unterscheidet man im Allgemeinen den Tagebau und den unterirdischen Grubenbau. Fast nur letzterer kommt bei der Kohle zur Sprache und umfasst 1) die Beseitigung der Wassermassen (Wasserlösung, Wasserhaltung), 2) den Grubenausbau, 3) die Beschaffung der Wege (Fahrten) für die Mannschaft (Belegschaft) und für den Transport (Förderung) und 4) die Beschaffung frischer Luft in den Gruben (Wetterführung, Wetterlosung).[9])

Die Thätigkeit der Bergleute bezieht sich 1) auf die Häuerarbeit, welche mit grosser Anstrengung und häufig mit gebückter Stellung verbunden ist. Man beobachtet bei den Häuern Brust- und Herzkrankheiten sowie Hernien; auch Entzündungen der Sehnen, Aponeurosen und des Periost oder Hydarthrus und Hygroma kommen nicht selten vor, ganz abgesehen von den vielfachen Verletzungen.

2) Die Förderung wird entweder durch Tragen auf dem Rücken oder Fahren in Karren (Hunden) besorgt. Die Arbeiter heissen Schlepper; man hat zwar durch mechanische Vorrichtungen die Schlepperarbeit immer mehr erleichtert, die damit verbundene Gefahr aber nicht vermindert. Es kommt hierbei besonders die Kinderarbeit und deren gesetzliche Regelung zur Sprache (s. S. 26).[10])

3) Die Ein- und Ausfahrt. Die Seilfahrt geschieht in Körben, Kübeln oder Tonnen, die an einem Seile befestigt sind; sie ist zwar in Preussen bedingungsweise gestattet, im Allgemeinen aber nur in kleinen Gruben zulässig; sogenannte Fangvorrichtungen bezwecken die Aufnahme des Förderkorbes, wenn das Förderseil zerreissen sollte.

Die Fahrten, d. h. senkrecht stehende Leitern mit doppelten Sprossen von Eisendraht und breiten Wangen von Eichenholz verursachen bei ihrem Gebrauche eine grosse Ermüdung, wenn auch stellenweise Ruhebühnen angebracht sind; diese Methode des Befahrens kommt mit vollem Rechte immer mehr ausser Gebrauch.

Auch die Fahrkünste, d. h. durch Maschinen bewegte, abwechselnd auf- und niedergehende Auftritte, auf denen die Bergarbeiter aus- und eingefördert werden, haben sich nirgends bewährt, da diese Methode des Befahrens mit Anstrengung und Gefahr verbunden ist.

Auf allen englischen und schottischen Steinkohlen- und Eisensteingruben geschieht das Fahren ausschliesslich auf dem Seile resp. auf dem Förderstuhl (Pit-cage). Diese Fahrt ist für den Arbeiter die bequemste und kommt auch auf dem Continente immer mehr in Anwendung; die Leitung geschieht durch Drahtseile und hölzerne Leitschienen und wird durch die Dampfmaschinen vermittelt.

Der Förderstuhl ist aus Eisenblech construirt und mit einem Dache überwölbt, um kleinere in den Schacht fallende Gegenstände von den Fahrenden abzuhalten; in ähnlicher Weise befördert man auch Wagen, da der Fahrschacht gleichzeitig Förderschacht ist.

Das Niederfahren geschieht in England meistens mit grosser Schnelligkeit, so dass die Fahrenden die Empfindung des Fliegens haben und keinen Boden unter den Füssen fühlen; in Preussen ist mit Recht diese Schnelligkeit beim Niederfahren verboten. Unangenehmer wird die Fahrt, wenn die Maschine aus Nachlässigkeit des Maschinisten stossweise arbeitet.

In sanitärer Beziehung ist besonders eine zweckmässige Lage und Construction der Zechhäuser wichtig, damit der von Schweiss und Wasser durchnässte Bergmann nicht einem schroffen Temperaturwechsel ausgesetzt wird, wenn er die Grube verlässt. Vom Schacht aus muss daher wenigstens ein verdeckter Gang zum Zechhause führen; vorzuziehen ist die Einrichtung, nach welcher vom Fahrschachte unterirdische Gänge nach geheizten und mit Badeeinrichtungen versehenen Räumen führen, damit nach dem Baden die unterdessen getrockneten Kleider in den Ankleidezimmern wieder in Empfang genommen werden.

In Deutschland sind die wollenen Stoffe, welche sich namentlich zum Tragen auf blosser Haut bei Bergleuten eignen, lange nicht genug in Gebrauch, wie dies in England der Fall ist. In den Gruben beschränkt sich bei warmer Arbeit der ganze Anzug meist nur auf die Hose.

Die Grubenluft. Unter den Luftarten, welche für die Bergleute gefährlich werden können, sind zu unterscheiden: 1) die matten, leichten-schlechten, sauerstoffarmen und stickstoffreichen Wetter. Der Stickstoff strömt aus den Klüften mancher Gebirgsarten hervor und findet sich überall, wo der Luft durch Oxydationsprocesse der Sauerstoff entzogen worden ist; da er specifisch leichter ist als atmosphärische Luft, so sammelt er sich in den höher liegenden Strecken an; das Grubenlicht nimmt in ihm eine röthliche Färbung, eine längliche und schwankende Form an; der Gehalt des Sauerstoffs schwankt zwischen 15—20%. Die matten Wetter sollen die Entstehung von Emphysem bei den Bergleuten befördern.

2) Die Schwaden, schweren-schlechten Wetter, böse Wetter, kalter Dampf, bestehen hauptsächlich aus Kohlensäure, deren Gehalt 2—7% betragen kann, bei einem Stickstoffgehalt von 80—83% und einem mittlern Sauerstoffgehalt von 19,785%; sie kommen vorzugsweise in Steinkohlen- und Braunkohlengruben, seltner auf Erzbergwerken vor.[11])

In einer solchen Atmosphäre wird die Flamme der Lampe klein, blauroth, verlöscht leicht und hüpft am Dochte auf und ab.

Bei den Arbeitern erzeugen sie Kopfschmerzen, Stiche in der Brust, Prickeln in den Augen, Mattigkeit, einen über den ganzen Körper verbreiteten Schweiss, Angst, Schwindel und Bewusstlosigkeit Strecken, in denen man solche Wetter vermuthet, müssen durch eingehängte Lampen untersucht werden; man beseitigt sie durch Einschütten von Kalkmilch und mechanisch durch Luftbewegung oder Einleiten von Wasserdämpfen.

3) Schlagende Wetter, wildes Feuer, feurige Schwaden, dringen am häufigsten aus den Steinkohlenflötzen hervor; bei der Braunkohlenförderung treten sie selten auf.*) Sie bestehen aus dem leichten Kohlenwasserstoff, welchem

---

*) Hier hat man aber Schwefelwasserstoff beobachtet; namentlich ist eine Grube im Bergrevier Düren reich daran.

sehr variable, jedoch höchst geringe Mengen von schwerem Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure beigemengt sein können. Die schlagenden Wetter treten entweder unter einem knisternden Geräusche (Krebsen) oder plötzlich als sogen. Bläser auf; sie wirken weniger direct auf die Respiration ein, da sie die Strecken derartig anfüllen können, dass die Sicherheitslampe nicht mehr brennt, ohne dass sie andere Krankheitszustände als einen gelinden Kopfschmerz erzeugen; sie sind nur durch ihre Entzündlichkeit und Explosivität gefährlich. Nach einer jeden Explosion ist es der vollständige Mangel an Sauerstoff, welcher die der Verbrennung entgangenen Arbeiter durch Erstickung tödtet.[12])

Findet ein sofortiges Ersticken nicht statt, fällt der Arbeiter betäubt hin, so kann das Athmen in der sehr dichten Russ-Atmosphäre ein mechanisches Verstopfen der Respirationswege zur Folge haben, welches den Tod bedingt.

Bezüglich der Verbrennung der Arbeiter während der Explosion ist zu bemerken, dass dieselbe eine höchst energische momentane ist, wobei jedoch ein tieferes Eindringen in die Haut deshalb nicht stattfindet, weil grade die Einwirkung nur augenblicklich ist und die Quelle der Wärme sofort verschwindet; die Haut an den freien Theilen erscheint daher eingeschrumpft und runzlich. Da der Sauerstoff gänzlich fehlt, so kann ein Fortbrennen der Kleider nicht stattfinden und sind in der Regel dann meist die Körpertheile, welche mit den Kleidungsstücken bedeckt waren, gar nicht verletzt.

Die schlagenden Wetter sind fast nur die Begleiter der sehr bitumenreichen Steinkohle, weshalb hier doppelte Vorsicht anzuwenden ist und ohne die betreffenden Vorsichtsmassregeln resp. Sicherheitslampen nicht gearbeitet werden darf. Die Erleuchtung mittels des elektrischen Lichtes würde für den Betrieb der Steinkohlengruben von der grössten Wichtigkeit sein, indem dadurch eine kräftige Beleuchtung erzielt und die Gefahr der Explosion durch Entzündung ganz beseitigt würde; leider spricht hierbei noch der Kostenpunct mit.

Bei gut beaufsichtigten Gruben darf der Arbeiter bei der Einfahrt kein Feuerzeug mitführen; seine Lampe muss durch den Steiger so verschlossen werden, dass er sie selbst nicht öffnen resp. anzünden kann.

Vor der Einführung der *Davy*'schen Sicherheitslampe wurden die Gruben mit offenen Lichtern befahren und war daher ein jedes Auftreten von schlagenden Wettern mit einer Explosion und ihren Folgen verbunden. Da die *Davy*'sche Sicherheitslampe durch eine Explosion im Innern des Drahtgeflechts erlischt, so wird der Arbeiter auf die nahe Gefahr aufmerksam gemacht und ihm Zeit gelassen, sich aus dem gefährlichen Gasgemische zu entfernen.

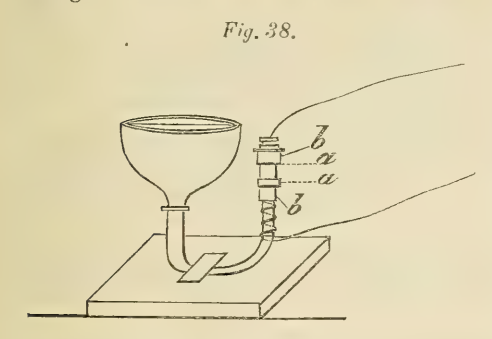
In den englischen Bergwerken ist die *Davy*'sche Lampe im ausschliesslichen Gebrauche; sie hat jedoch den Uebelstand, dass der Arbeiter zum Anzünden seiner Tabakspfeife die Flamme durch das Drahtnetz ziehen und auf diese Weise eine Entzündung der schlagenden Wetter veranlassen kann, obgleich das Tabakrauchen beim unterirdischen Bau verboten ist; auch hat sie eine geringere Helligkeit als die mit Glascylindern versehenen Lampen. Die Aufseher bedienen sich meistens der *Clanny*'schen Lampe, die in Westphalen unter dem Namen der *Herold*'schen Lampe bekannt ist; die *Müseler*'sche Lampe ist in Belgien, Westphalen und Schlesien eingeführt, welche zwischen dem Drahtkorbe und dem Oelbehälter einen starken Glascylinder und einen blechernen konischen Rauchfang hat; ihr nachgebildet ist die *Mozard*'sche Lampe. Auch gibt es noch Lampen von *Stephenson*, *Du Mesnil*, *Combes*, *Eloin* u. s. w; alle diese Lampen beruhen auf dem von *Davy* aufgestellten Principe. Es ist nur auffallend, dass man statt der Cylinder von Glas noch nicht solche von Glimmer in Anwendung gebracht hat, da letztere dem Temperaturwechsel besser widerstehen und auch minder zerbrechlich sind.

Die Angabe, dass der Barometerstand für die Gefahr resp. für das Verbrennen der schlagenden Wetter massgebend sei, kann unter gewissen Umständen nicht geleugnet werden; jedoch wird er nie vollkommene Sicherheit gewähren. Ist nämlich der Barometerstand ein sehr tiefer, so wird auch die zur Beobachtung dienende Lampe erlöschen. Vorzügliche Dienste leistet das Barometer nur dann, wenn es mit einer Lärmvorrichtung versehen ist, die darin besteht, dass beim niedrigen Standpuncte, welchen das Barometer bei schlagenden Wettern einnehmen muss, aus dem untern Theile des Barometers Quecksilber ausfliesst, welches sich in ein an einem Waagebalken befindliches Näpfchen ergiesst, wodurch dasselbe abwärts gedrückt wird und der entgegengesetzte Waagebalken bei der Bewegung nach oben die galvanische Leitung zu einem Lärm- oder Glockenapparat schliesst; hierdurch kommen augenblicklich die miteinander communicirenden Lärmapparate in den Strecken, im Zechenhause u. s. w. in Thätigkeit, damit nach diesem

Warnungszeichen sofort die nothwendigen Vorsichtsmassregeln ergriffen werden. Selbstverständlich muss das ausgeflossene Quecksilber sofort wieder ergänzt werden.

Auch das Anemometer ist ein nothwendiges Instrument zur Beurtheilung der Witterung, da das beste Präservativ gegen mögliche Gefahren in einer hinreichenden Verdünnung der schlagenden Wetter mit atmosphärischer Luft, d. h. in einer regelmässigen Ventilation der Grubenluft besteht.

Fig. 38.



Der Wetter-Indicator von *Ansell* besteht aus einem metallenen, gewöhnlich gusseisernen Trichter, welcher mit einer Uförmig gebogenen eisernen Röhre versehen ist. An dem dem Trichter entgegengesetzten freien Ende der Röhre findet sich eine Messingfassung (Fig. 38 *bb*), in der ein kurzes Glasrohr (*aa*) befestigt ist; das Glasrohr ist oben mit einer Messingkappe verschlossen, durch welche eine Stellschraube geht, die an ihrem untern Ende mit einem Kupferdraht versehen ist und in eine Platinspitze ausmündet. Man giesst nur so viel Quecksilber in den Trichter, bis dasselbe im Glasrohr emporsteigt und oben zu sehen ist. Der Trichter wird nun mit einem Deckel entweder aus Wedgewoodmasse oder aus weissem sicilianischem Marmor oder aus unglasirter Fayence verschlossen. Zur völligen Dichtmachung wendet man noch Siegellack zum Verkitten an; mittels der Stellschraube wird die Platinspitze bis auf das Niveau des Quecksilbers niedergeschraubt. Man verbindet die Stellschraube mit dem einen Pole einer galvanischen Batterie, in deren Leitung ein Läutewerk eingeschaltet ist, und schliesst den Strom durch einen zweiten Draht, welchen man um das Uförmig gebogene Rohr wickelt. Wird dieses so vorgerichtete Instrument in eine Atmosphäre gebracht, welche Grubengas enthält, so dringt letzteres rascher durch den porösen Deckel des Trichters, als die atmosphärische Luft nach aussen entweichen kann. Dadurch wird das Quecksilber im Trichter in seinem Niveau herabgedrückt und dem entsprechend muss das Quecksilber im entgegengesetzten Schenkel steigen, wodurch es dann die Platinspitze berührt und den Strom schliesst; hierauf wird sofort das Läutewerk in Thätigkeit gesetzt. Je nach der Stellung der Platinspitze kann man die Empfindlichkeit des Indicators steigern oder vermindern.*)

Ventilation (Wetterführung, Wetterlosung) der Kohlengruben. Die Gase, welche in schlagenden Wettern enthalten sind, entwickeln sich in manchen angehauenen Kohlenflötzen beständig und stellen dann die sogenannten verdünnten schlagenden Wetter dar. Sie sind weniger gefährlich und werden durch eine regelrechte Ventilation leicht beseitigt; nicht selten treten jedoch diese explosiven Gase plötzlich beim Anhauen einer Bank auf; es sind dann die Gase in Klüften und Spalten des Gebirges eingeschlossen gewesen und entweichen beim Zertrümmern der Kohle unter einem eigenthümlichen pfeifenden Geräusch. Der Häuer nennt deshalb ein solches Auftreten der Gase Bläser oder Pfeifer. Nach G. Bischof bestand ein solcher Bläser in zwei verschiedenen Gruben aus leichtem Kohlenwasserstoff 83,08—91,36, schwerem Kohlenwasserstoff 1,88—6,32, Stickgas 14,94—2,32.

Dies Vorkommen ist das gefährlichste, indem sich der Arbeiter urplötzlich in einer Atmosphäre von schlagenden Wettern befindet. Da man im Allgemeinen nicht gut vorausbestimmen kann, wo Bläser sich zeigen werden, so ist eine Beseitigung derselben durch Ventilation höchst schwierig und fast unmöglich. Das

*) Nach demselben Principe sind auch Indicatoren für Kohlenoxyd und Kohlensäure construirt worden. Letztere sind für Wein- und Bierkeller, Theater, Schulen u. s. w., erstere für Schlafstuben bestimmt, um Unglücksfälle durch die betreffenden Gase zu verhüten.

Vorkommen der Bläser lässt sich höchstens bei verworfenem Gestein oder Trümmergestein vermuthen.

Die Ventilation vor Ort, d. h. an der Stelle der Förderung, wo der Hauer beschäftigt ist, mittels Schläuche hat ihre grossen Nachtheile, da sie den Arbeiter einer beständigen Zugluft aussetzt, welche nothwendig heftige rheumatische Leiden zur Folge haben muss.

Häufig sammeln sich die schlagenden Wetter in den verlassenen Stollengängen und Fahrten an: es ist dann eine Ventilation oder ein Verschliessen mittels Wetterthüren angezeigt. Bei einer Grubenbesichtigung ist besonders das Befahren des „alten Mannes", d. h. des alten verlassenen Schachtes, mit grosser Vorsicht auszuführen und sollte nie ohne vorgehende Ventilation geschehen.

Für Bergwerke muss wenigstens ein Luftquantum von 300 C.-F. pro Stunde verlangt werden, welches unter Umständen, namentlich beim Sprengen u. s. w., noch bedeutend zu vermehren ist. In den Strecken muss sich die Luft mit einer Geschwindigkeit von 3—4 Fuss in der Secunde bewegen, wenn man auf einen Erfolg der Ventilation rechnen soll.

Die Ventilation wird im Allgemeinen am besten durch gemauerte Kokswetteröfen ausgeführt, die einen korbähnlichen Rost haben und am obern Theile des Förderschachts, im sogenannten Wetterschacht, angebracht sind.*) Sie haben einen Durch-

Fig. 39.

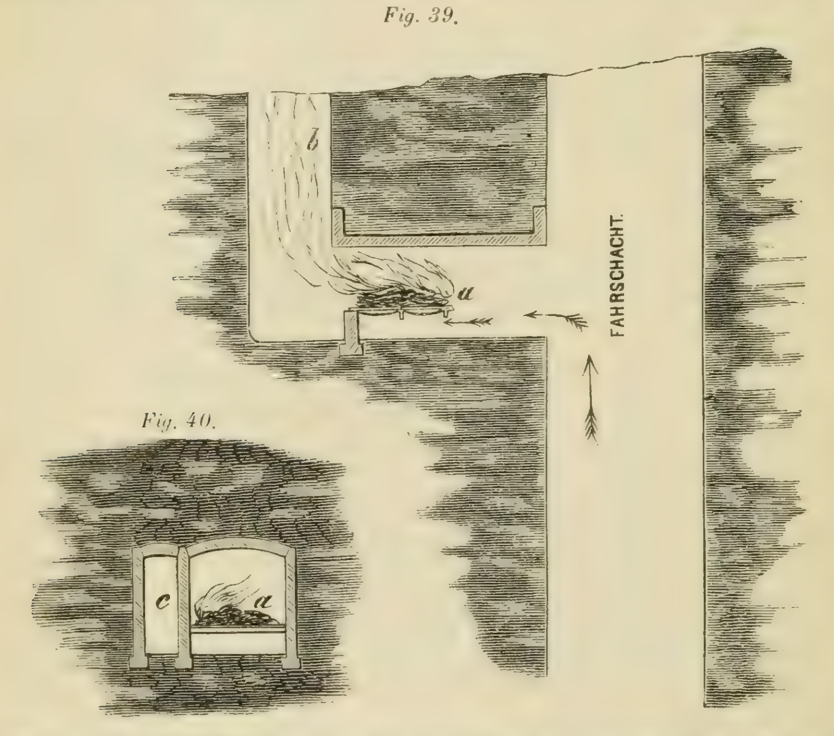


Fig. 40.

messer von ca. 5 Fuss und eine Höhe von 10—12 Fuss; die Asche fällt auf eine schiefe Ebene, von der sie nach der entgegengesetzten Seite des Schachtes in einen Querschlag

*) In Preussen ist auf jedem Bergwerke, wo nicht ausschliesslich Stollen oder einfallende Strecken zur Befahrung dienen, ein von allen Puncten der Grube erreichbarer und mit Fahrten versehener Schacht gesetzlich vorgeschrieben. Dient der Fahrschacht auch zu andern Zwecken (Förderung, Wetterführung), so ist er derartig abzuscheiden, dass die Fahrenden vor Beschädigung geschützt sind. Jede Grube sollte aber mit zwei fahrbaren Ausgängen versehen sein, welche von allen Arbeitsstellen aus zu erreichen sind, um bei der Unwegsamkeit des einen Schachtes sofort von dem andern Gebrauch machen zu können.

sich entleert, wo sie mit Wasser gelöscht wird. Die Füllung geschieht von oben mittels eines Trichters, während die Verbrennungswärme in den Wetterschacht dringt und einen lebhaften Luftzug bewirkt.

In England unterhält man in den meisten Gruben ein offenes Feuer auf einem 6 Fuss langen und breiten Roste (Fig. 39 *a*), dessen Gase in einen grossen Canal nach dem Wetterschacht (*b*) hin abströmen und so die Luft des Fahrschachtes nach sich ziehen. Der ganze Ofen steht in einem 6 Fuss hohen Ziegelsteingewölbe; mittels eines besondern Querschlags (Fig. 40 *c*) gelangt man zur Feuerung.[13])

Bisweilen wird auch der Maschinenkamin zum Wettern benutzt; gut angelegte Wetteröfen haben aber den Vorzug, dass sie die grösste Menge Luft in Bewegung zu setzen vermögen. Die Schattenseiten dieser Ventilationsmethode sucht man namentlich in der Unsicherheit und Gefährlichkeit der Wirkung bei schlagenden Wettern und beim Grubenbrand. Solche Wetteröfen wird man aber stets nur in der obern Etage des Förder- oder Wetterschachtes anbringen, wo die brennbaren Gase hinreichend mit atmosphärischer Luft verdünnt sind.

Das Belgische Polizei-Reglement vom 1. März 1850, nach welchem die Anlage von Wetteröfen in Gruben mit schlagenden Wettern verboten ist, kann nur da eine Bedeutung haben, wo die Gruben frisch angebaut sind und der in der Strecke befindliche Abbau vor Ort so nahe den Wetteröfen liegt, dass eine hinreichende Luftmischung mit den schlagenden Wettern unmöglich ist.

Mechanische Ventilation durch Ventilatoren kommen mehr bei den schlechten Wettern zur Anwendung; ihre Wirkung ist aber niemals so continuirlich wie die der Wetteröfen; in England benutzt man auch vielfältig die Fördermaschine gleichzeitig zur Ventilation. Bisweilen wendet man noch die sogenannten Wetterlatten, d. h. hölzerne viereckige Canäle an, welche im Förderschacht abwärts geführt werden, um die frische Luft in die Grube zu leiten.

Es muss wiederholt betont werden, dass behufs Zuleitung frischer Luft besondere Wetterschachte stets den Vorzug verdienen, denn sie tragen zur Vertheuerung des Grubenbaues nicht bei, da sie stets noch als Fahr- oder Förderschachte benutzt werden können (s. S. 201).

Die **Ventilation durch Pulsion** hat übrigens den Nachtheil, dass durch das Einströmen von kalter Luft in die warme Grubenluft das verdampfte Wasser in Nebelbläschen niederfällt; diese können die Beleuchtung sehr benachtheiligen und auf die Kleider der Grubenarbeiter so reichlich niederfallen, dass sie ganz durchnässt werden; die einströmende Luft muss deshalb in der kältern Jahreszeit vorher in derselben Weise erwärmt werden, wie dies in Hospitälern geschieht.

Die ältesten Einrichtungen der mechanischen Ventilation, die Kolben- und Glockenmaschinen, sind in den neuesten Gruben durch Wetterräder verdrängt worden. Die Wetterräder oder rotirenden Kolbengebläse von *Fabry* und *Lemielle* sind die verbreitetsten.

Von den Centrifugalventilatoren sind die von *Dinnendahl* oder *Rittinger*, *Lambert*, *Gallez* und *Guibal* sehr bekannt und unterscheiden sich nur durch die abweichende Form und Stellung der Flügel. Die *Guibal*- und *Gallez*'schen Ventilatoren sind in Belgien patentirt und geschlossene Ventilatoren, indem sie von einem gemauerten Mantel umgeben sind, aus welchem die angesaugte Grubenluft nur an einer Stelle durch einen Blasenhals, wie bei den Druckventilatoren, in einen kleinen Schornstein entweichen kann. Der *Guibal*'sche Ventilator ist von allen Ventilatoren der wirksamste. Das Princip der Centrifugalventilatoren beruht im Allgemeinen darauf, einerseits von einem Orte die schlechten Wetter weg- und andererseits frische Luft einzuführen.

Die Nachtheile der Centrifugalventilatoren bestehen in der grossen Geschwindigkeit der Umdrehungen, wodurch schnelle Abnutzung oder Brüche der Achse u. s. w. entstehen, in dem möglichen Zerspringen oder Ausfliegen der Flügel, wodurch für die Arbeiter tödtliche Verletzungen entstehen können, und in dem bedeutenden Kraftaufwande, welcher zum Betriebe dieser Maschine erforderlich ist.

Saugende Ventilatoren wirken bei den durch schlagende Wetter herbeigeführten Explosionen am kräftigsten ein und sind hier unentbehrlich, da sie auch den Nachschwaden (after damp), d. h. den feinen leichten Russ, am raschesten von der Belegungsmannschaft wegführen. Hier sind die Respirationsschläuche zum Aufsuchen der verunglückten Mannschaft am Platze.[14])

Der zu diesem Zwecke von *Rouquayrol* und *Denayrouze* construirte Apparat hat allseitige Anerkennung gefunden, da er nicht bloss in irrespirablen Gasen, sondern auch in Taucherglocken benutzt werden kann. Der Bergmann trägt auf seinem Rücken einen mit Luft versehenen Regulator von Stahlblech, der mittels eines Schlauches mit einer Luftpumpe in Verbindung steht und beständig mit frischer Luft gespeist wird;

auch kann man diesen Regulator in ähnlicher Weise mit einem Reservoir verbinden, das mit comprimirter Luft gefüllt ist und mehrere Arbeiter mit Luft versorgen kann. Während die Nase verschlossen ist, geht vom Munde aus ein mittels eines Mundstücks von Kautschuk luftdicht angeschlossener Schlauch zum Regulator, welcher den Austritt der Exspirationsluft mittels eines Ventils gestattet: letzteres schliesst sich wieder bei jeder Inspiration. Wichtig ist noch, dass der Regulator auch eine Sicherheitslampe speist und auf diese Weise die Beleuchtung nicht gestört ist. Man kann diese Erfindung zu den wichtigsten unseres Jahrhunderts zählen, da sie noch eine sehr vielseitige Verwendung gestattet und namentlich auch die Arbeiten unter Wasser in technischer und sanitärer Beziehung sehr erleichtern wird.

Beaufsichtigung der Gruben. In England sind von der Regierung Berginspectoren für die Beaufsichtigung der Gruben angestellt; ihre Zahl reicht aber für England und Schottland nicht aus, auch ist ihre Einwirkung keine directe, da sie in bergpolizeilicher Beziehung keine Anordnungen zu treffen haben. Ihre Befugniss besteht darin, dass sie bei ihren Befahrungen vorgefundene Unordnungen, z. B. einen mangelhaften Holzbau, eine unzureichende Wetterführung etc. rügen und auf die Mängel aufmerksam machen. Bei Unglücksfällen sind sie verpflichtet, die Veranlassung derselben zu untersuchen, eventuell durch ihr Gutachten eine gerichtliche Verfolgung und Bestrafung einzuleiten.[15])

Sie haben im Allgemeinen die Aufrechthaltung der gesetzlichen Vorschriften zu überwachen. Das Gesetz vom 28. August 1860 (Act for the regulation and inspection of Mines, X. 1. 2. 3.) enthält 15 allgemeine Vorschriften (general Rules), welche sich auf die Wetterung, Sicherheitslampe, die Umzäunung und Verzimmerung der Schächte, die Construction der Dampfmaschine u. s. w. erstrecken. Ausserdem müssen aber noch specielle, für jedes Bergwerk angepasste Regeln (special Rules) entworfen und von der Staatsbehörde bestätigt werden. Der Coal Mines' Regulation Act 1872, berücksichtigt hauptsächlich die Arbeit der Kinder (s. S. 26).

In Preussen treffen neben dem Gesetze auch die Oberbergämter Anordnungen und selbst der Revierbeamte ist befugt, bei dringender Gefahr sofort den Betrieb eines Bergwerkes einzustellen.

Wie in England die für die einzelnen Bergwerke erlassenen und von der Behörde genehmigten Specialvorschriften bezüglich der Wetterführung und des Gebrauchs der Sicherheitslampe sehr genaue Bestimmungen enthalten, so sind es in Preussen die verschiedenen Oberbergämter, welche die speciellen Polizeiverordnungen erlassen. So hat das Oberbergamt zu Dortmund unterm 24. März 1846 eine besondere Instruction über das Verhalten bei schlagenden Wettern und die Behandlung der Sicherheitslampen für Westphalen veröffentlicht.[16])

Das Berggesetz vom 24. Juni 1865 (G.-S. S. 237) verbietet in Preussen die unterirdische Arbeit der Frauen, während die §§ 128—131 der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 im Allgemeinen für die Beschäftigung der Kinder massgebend sind.

Eine Circ.-Verfügung vom 28 August 1853 schrieb schon ausdrücklich vor, dass bei einer Beschäftigung jugendlicher Arbeiter in dauernd gebückter Stellung stets solche Vorkehrungen zu treffen sind, die einer Verkrümmung des Rückgrats oder sonstigen Nachtheilen vorzubeugen im Stande sind: namentlich wurde auch das „Haspelziehen" und „Karrenlaufen" durch Circ.-Verfügung vom 12. August 1851 für Arbeiter vor vollendetem 16. Lebensjahre verboten. Ausnahmen sind nur bei gesundem Grubenbaue einiger metallischer Bergwerke und beim Steinsalzbergwerk zu Stassfurth gestattet.

Frauenarbeit in Gruben ist in England seit dem Jahre 1841 verboten; nur in Belgien kann diese Unsitte noch nicht ausgerottet werden, obgleich das Gutachten der medicinischen Academie zu Brüssel schon im Jahre 1869 auf die zahlreichen Früh- und Fehlgeburten hingewiesen hat, welchen Frauen bei dieser Arbeit unterworfen sind.[17])

Die sanitären Verhältnisse der Kohlengrubenarbeiter. Es kommen hier vorzugsweise drei Puncte in Betracht: 1) der Aufenthalt in den Gruben, 2) die Art der Beschäftigung und 3) die sociale Stellung der Kohlengrubenarbeiter.

ad 1) Die Atmosphäre in den Gruben ist vorherrschend eine feuchtwarme, deren Nachtheile sich bei den Arbeitern geltend machen muss (siehe S. 178). Die Temperatur hängt von der Tiefe der Gruben ab, wird aber durch

die Ventilation und die dadurch beschleunigte Verdunstung des Wassers, welches mehr oder weniger aus den Spalten der Wände sickert, stets herabgesetzt; die höchsten Temperaturgrade können 30—32° C. betragen.

Die Arbeiter leben dann nicht bloss in einer warmen Luft, sondern auch unter erhöhtem Luftdrucke, wodurch oft die Verdunstung durch Respiration und Perspiration ganz bedeutend beeinträchtigt und die innere Erhitzung gefördert wird. Auf dem vermehrten Luftdrucke und der absoluten Sättigung der Luft mit Wasserdampf beruht der grosse Unterschied zwischen der überirdischen Arbeit im warmen Sommer und der in der Grubenluft, ein Zustand, welcher auch in der Taucherglocke vorkommt und bereits hervorgehoben worden ist (s. S. 190). Manche Fälle von angeblicher Asphyxie, welche man lediglich den matten oder bösen Wettern untergeschoben hat, werden sicher durch diese Verhältnisse bedingt und zu einer Art von Hitzschlag zu rechnen sein.

Bei Gewitterluft leiden bekanntlich die Grubenarbeiter am meisten, weil alsdann alle Wetter matt werden, d. h. ohne Circulation sind, was oft in einer ungünstigen Differenz zwischen dem spec. Gewichte der äussern und innern Luftschichten seinen Grund hat. Wenn nämlich die äussere Luft heisser als die innere ist, so findet schliesslich ein Stillstand der Wetterung statt, besonders wenn kein Wind vorhanden ist; tief in der Erde vermögen dann die Bergleute durch ein starkes Oppressionsgefühl auf der Brust, Schwere in den Gliedern und ein gesteigertes Unbehagen das Herannahen eines Gewitters vorherzusagen. Die Asphyxia fossorum, d. h. der durch matte oder schlechte Wetter hervorgerufene Scheintod, kann unter diesen Verhältnissen am ehesten sich ereignen; erfahrungsgemäss bilden sich auch im Hochsommer in Braunkohlengruben vorzugsweise böse Wetter.[18])

In Kohlengruben ist der Zusammenhang zwischen der Witterung und den Explosionen statistisch nachgewiesen worden; wenn das Barometer fällt und das Thermometer steigt, so ist die kräftigste Ventilation erforderlich, um die Ansammlung explosiver Gase zu verhüten; beim verminderten Luftdruck wird nämlich der leichte Kohlenwasserstoff aus den Kohlen leichter entweichen und nach den Strecken hin ausströmen, so dass eine grössere Ansammlung der Gase eine nothwendige Folge ist.

Die grösste Feuchtigkeit findet sich in den Braunkohlengruben, daher sich die Arbeiter beständig in einem feuchten schwarzen Schmutze bewegen. Ist der Arbeiter erhitzt oder trieft er von Schweiss, so wird er von dem beständigen, durch die Wetterung veranlassten Zug, welcher in den Braunkohlengruben wegen der matten Wetter stets erforderlich ist, höchst unangenehm berührt; rheumatische Leiden aller Art müssen die nothwendigen Folgen dieser veränderlichen Temperatur sein.

Eine nachtheilige Einwirkung des verwesenden Holzes kann kaum angenommen werden, da es nicht sehr lange stehen bleibt und beim Abbau wenigstens zu ⅔ wieder gewonnen wird; nur wenn sich massenhafte Pilzbildung auf demselben zeigt, kann der Kohlensäuregehalt der Luft vermehrt werden.

Die Verbrennungsproducte des Geleuchtes können um so mehr zur Verschlechterung der Luft beitragen, je schlechter das Beleuchtungsmaterial ist; ausser der Kohlensäure ist es namentlich der Russ der Oellampen, welcher die Respiration belästigt und das Schwarzspucken veranlasst. Der Versuch, Petroleum in den Gruben als Beleuchtungsmaterial einzuführen, soll sich bewährt haben.

Am meisten wird die Grubenluft durch die üble Sitte der Grubenarbeiter, sich ihrer Dejectionen in den Strecken zu entledigen, verdorben; an einzelnen Stellen entsteht deshalb ein ekelhafter Gestank, durch den die Luft gradezu verpestet wird. Man hat diesem in sanitärer Beziehung höchst wichtigen Uebelstande noch immer nicht die ausreichende Aufmerksamkeit geschenkt, obgleich vielfach die Vorschrift eingeführt ist, in den Strecken keine Dejectionen zu deponiren; nur die Durchführung solcher Anordnungen geschieht nicht mit der erforderlichen Strenge.

Bei epidemischen Krankheiten, namentlich bei Choleraepidemien, sind die Choleradejectionen der zuerst Erkrankten möglicherweise nicht ohne Einfluss auf die Verbreitung der Krankheit bei der Belegschaft. Die Beobachtungen von *Rachel*, welche er im Jahre 1866 über die Cholera an der Grube „Zollverein“ bei Essen gemacht hat, liefern einen Beleg hierfür.[19]) Die Grube selbst stellte sich als die Quelle der Erkrankung dar, indem die ersten Erkrankungen im Schachte selbst auftraten und auch späterhin die Arbeiter meist krank daraus hervorkamen. Von 600 Arbeitern erkrankten in 5 Tagen 130 und zwar ⅔ davon in der Grube, so dass diese längere Zeit geschlossen werden musste und erst nach erfolgter Desinfection befahren werden durfte.

Aehnliche Beobachtungen in Oberschlesien haben die Thatsache bestätigt, dass die Zersetzungsproducte der Fäcalmassen, namentlich bei hoher Temperatur, der Verbreitung der Cholera Vorschub leisten. Durch Einführung eines geregelten Fässer-

systems in der Nähe des Wetterschachtes würde man diesen Ungehörigkeiten am sichersten vorbeugen.

Auch intermittirende und typhöse Fieber walten bei den Grubenarbeitern vor; ganz besonders findet sich bei den neuen Grubenarbeitern eine grosse Disposition zu diesen Krankheiten, bis sie sich im Verlaufe der Zeit gleichsam acclimatisirt haben, da bekanntlich einigermassen auch eine Gewöhnung an schädliche Einflüsse stattfinden kann.

ad 2) Die Art der Beschäftigung schliesst viele Nachtheile in sich; beim Aufschliessen der Mineralien bildet sich ein von deren Natur abhängiger Staub; so kann Quarz, Sandstein, Schieferthon u. s. w. einen mehr oder weniger gefährlichen Staub erzeugen. Er entsteht hauptsächlich bei der Arbeit mit der Keilhaue, bei Bohr- und Sprengarbeit; der kieselhaltige Staub ist erfahrungsgemäss überall der gefährlichste und sollte auch in Bergwerken durch die kräftigste Ventilation unschädlich gemacht werden. In vielen Kohlengruben enthält die Atmosphäre vorwiegend Kohlen- und Schieferstaub.

Der Kohlenstaub verursacht das sogenannte Schwarzspucken; in Braunkohlengruben verhindert die Feuchtigkeit die Staubbildung; Schwarzspucken kann hier nur vom Russe des schlechten Geleuchts herrühren, obgleich in Steinkohlengruben auch diese Ursache nicht ausgeschlossen ist. Mikroskopisch kann man ganz gut unterscheiden, ob die Grubenarbeit oder das Geleucht die Ursache des Schwarzspuckens ist. Im erstern Falle findet man stets schwarze, glänzende krystallinische Partikelchen, während man im zweiten Falle schwarze Streifen oder Fäden beobachtet.

Das Schwarzspucken, von *Stratton* zuerst Anthracosis pulmonum genannt, entsteht durch Ansammlung von Kohlenpartikelchen in den Respirationswegen; ist dieselbe mässig, so entsteht keine besondere Krankheit, da gesunde Lungen den Kohlenstaub täglich auswerfen; bei schwächlichen Individuen häufen sie sich nicht selten in den Lungenwegen an, begünstigen aber nach den Beobachtungen von *Kohlborn* nicht die Tuberculose; letztere ist überhaupt bei Kohlengrubenarbeitern verhältnissmässig selten.[20])

Es ist aber vollständig begründet, dass durch die vorherrschenden schädlichen Einflüsse Grubenatmosphäre, Staub chronische Lungenkatarrhe entstehen, welche dann leicht zu Volumszunahme und Emphysem der Lunge mit den bekannten asthmatischen Leiden (Miner's asthma) führen. Mehr oder weniger ist mit diesen Krankheitszuständen stets das Schwarzspucken verbunden und grade bei Kohlengrubenarbeitern findet man häufig bei der Section die ganz schwarze Färbung der Lungen, welche anfangs mit sepiaartigen Flecken auftritt, aber allmählig immer allgemeiner wird, so dass schliesslich das ganze Lungenparenchym pechschwarz erscheint, aus dessen Einschnitten eine schwarze, die Finger färbende Flüssigkeit ausfliesst. Auch entdeckt man bisweilen durch das Mikroskop in kleinen hanfkorngrossen Knötchen Kohlensplitterchen. Meistens ist dabei die Oberfläche der Lunge mit hanfkorn- bis kirschsteingrossen erweiterten Lungenbläschen besetzt, die nicht selten mit dem flüssigen Farbstoff angefüllt sind.

Bekanntlich können geringere Grade dieser Anthracosis pulmonum das ganze Leben hindurch bestehen, ohne dass sich auffallende Krankheitssymptome kund geben; es gesellen sich aber Beklemmung, Dyspnoe und die übrigen Erscheinungen von Asthma hinzu, wenn das Leiden den Höhepunct erreicht, der Auswurf reichlich, dunkelschwarz wie Dinte wird und die mechanischen Infiltrationen Lungenemphysem hervorgerufen haben. Die secundären, in der gestörten Blutbildung beruhenden Zustände bleiben dann nicht aus, so dass bei gänzlich gestörter Verdauung die allgemeine Schwäche immer mehr zunimmt und unter hydropischen Erscheinungen der Tod eintritt.[21])

Diese extremen Grade kommen aber nicht häufig vor; überhaupt hat man bei den deutschen Grubenarbeitern selten Gelegenheit, die Krankheitsbilder zu beobachten, welche von englischen und belgischen Schriftstellern geschildert werden. In England ist auch statistisch nachgewiesen worden, dass von 100 gestorbenen Grubenarbeitern 53 den Affectionen der Brustorgane und 47 dem specifischen Asthma erlagen.[22])

Von der Anthracose ist die Pneumomelanosis wohl zu unterscheiden, welche in einem pathologischen Processe beruht; in dem damit verbundenen Auswurfe können ächte Pigmentzellen nachgewiesen werden; auch eine Complication von Anthracose mit Pneumomelanosis ist nicht ausgeschlossen. Hierüber muss die mikroskopische Untersuchung Aufschluss geben; man findet entweder Kohlensplitter oder Pigmentzellen; die Kohle widersteht allen chemischen Einflüssen, während eigentliches Pigment durch concentrirte Salpetersäure unter Zersetzung aufgelöst wird. Die Anthra-

cose kann sich ferner mit Bronchitis, chronischer Pneumonie und Tuberculose compliciren, wodurch das Krankheitsbild natürlich mannigfache Modificationen erleidet.

Herzleiden sind ebenfalls vorwaltend bei Grubenarbeitern constatirt worden; sie hängen einestheils mit den Circulationsstörungen in den Lungen und anderntheils auch mit vielfachen rheumatischen Leiden oder zu grossen körperlichen Anstrengungen zusammen. Was man Anaemie der Bergleute (Oligaemia montana) genannt hat, wird schon von ältern deutschen Schriftstellern als Bergsucht geschildert, eine Krankheit, welche als Blutarmuth aufzufassen ist und vorzugsweise bei jüngern Leuten, seltner in den spätern Jahren auftritt. Dass die ungesunde Grubenluft nebst unvollständiger Ernährung die Hauptveranlassung dieser Krankheit ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen; sie ist aber keine Eigenthümlichkeit der Kohlengruben, sondern kommt auf allen Bergwerken vor, wenn die genannten Schädlichkeiten einwirken. Dass diese übrigens verschiedener Art sein können, beweist der Vorfall in einer Gallerie der Kohlengruben zu Anzain, in der sich auf eine unaufgeklärt gebliebene Weise neben Kohlensäure Schwefelwasserstoff entwickelt hatte; hierdurch war ebenfalls die Entwicklung von Oligaemie veranlasst worden.[23])

Unglücksfälle ereignen sich am meisten durch Stein- und Kohlenfälle[24]); die ganze Art und Gefahr der Beschäftigung muss auch nothwendig mannigfache Verletzungen im Gefolge haben; die traumatische Blindheit ist keine seltene Krankheit unter den Bergleuten; schon in Folge der staubigen Atmosphäre, in der sie leben, sind sie zu vielfachen Augenaffectionen disponirt. Rücken- und Kreuzschmerzen hängen mit der gebückten Arbeitsstellung zusammen und wurzeln nicht selten in Entzündung der Muskeln, Aponeurosen und des Periost der Kreuz- und Lendengegend. Hydarthrus, Tumor albus und Coxalgie mögen vielfach das Hinken verschulden, das in England in den Grafschaften Derbyshire und Yorkshire unter den Kohlenarbeitern besonders häufig sein soll.

Verkrümmungen der Füsse und Erschlaffung der Kniegelenkbänder (Genu valgum), wie sie auch in Fabriken häufig vorkommen, bilden sich gewöhnlich bei schwächlichen Individuen aus, wenn denselben schon in der frühesten Jugend grosse, ihre Körperkräfte übersteigende Anstrengungen zugemuthet werden; ebenso erklärlich ist es, dass man bei Bergleuten überhaupt leicht Verhärtungen der Epidermis an Knie und Ellenbogen antrifft, da diese Körperstellen bei der Arbeit einem anhaltenden Drucke ausgesetzt werden.

Zu den sehr schädlichen Einflüssen gehört auch das Schiessen und Sprengen, welches in Braunkohlengruben geschieht, um die zähen Thonmassen zu zerklüften; in Steinkohlengruben löst man dadurch das taube Gestein oder blac band*). Beim Sprengen im Allgemeinen darf die Besetzung nie mit eisernen Instrumenten eingeführt werden, auch darf die Raumnadel nicht von Eisen sein; in Preussen ist ihre Construction aus Kupfer vorgeschrieben. Beim Schiessen sind es die Pulvergase, welche in den Strecken liegen bleiben und höchst nachtheilig auf die Arbeiter einwirken (s. Schiesspulver).

Die Braunkohlen enthalten höchst fein vertheilten Schwefelkies, der leicht Selbstentzündung resp. Grubenbrand veranlassen kann und dann die sogenannten Stäuber erzeugt, wobei das Verbrennen der empyreumatischen Stoffe einen unangenehmen Geruch und gleichzeitig eine heftige Reizung der Augen erzeugt; am gefährlichsten sind aber die andern Verbrennungsproducte, wie Kohlenoxyd und Kohlensäure; weit ausgedehnte Grubenbrände können aus dieser Ursache entstehen.

Schiessen in Braunkohlengruben ist ganz besonders beachtungswerth und muss mit der grössten Vorsicht ausgeführt werden; auch der geringste Brand muss sogleich gelöscht werden, damit nicht die gefährlichen Verbrennungsproducte die Gesundheit und das Leben der Arbeiter bedrohen. Jenes geschieht am sichersten durch Schliessen der Gruben und Einwerfen von brennenden Schwefelfäden oder auch durch Isolirung der brennenden Stellen durch Abdämmen und Ausmauern ganzer Strecken.**)

---

*) Blac band wird auf Eisen und Phosphorsäure bearbeitet.

**) Bituminöser Kupferschiefer, welcher im Mansfeld'schen häufig vorkommt, ist ebenfalls leicht zur Selbstentzündung geneigt, weil er höchst fein vertheilten Kupfer- und Schwefelkies enthält, wodurch sehr leicht Grubenbrände ohne eine Ent-

In Steinkohlengruben sind die Brände seltner und entstehen nur durch Entzündung der schlagenden Wetter. Die Arbeiter unterliegen hier den heftigsten Contusionen und Verbrennungen oder der Intoxication durch die massenhaft sich bildende Kohlensäure, wenn nicht eine mechanische Verstopfung der Luftwege durch den Russ (den sogenannten after-damp) den Tod bedingt. Ein schwarzer, schleimig und sandig anzufühlender, schmieriger und theerartiger Brei kann sich nämlich von der Luftröhre bis zu den feinsten Bronchien erstrecken und die Respirationswege völlig ausstopfen.[25])

Zum Bohren von Sprenglöchern in festem Gestein gebraucht man neuerdings Steinbohrmaschinen, die mittels comprimirter Luft getrieben werden; wenn die Luft gewirkt hat, lässt man sie jedesmal austreten. Da diese Maschinen grade vor Ort wirken, so wird auf diese Weise gleichzeitig eine kräftige Wetterung erzielt und zwar an Stellen, wo sie am nothwendigsten ist.

Das Feuersetzen zum Zerklüften des Gesteins, d. h. das Erhitzen des Gesteins und nachherige Wassersprengen geschieht niemals in Steinkohlengruben und nur selten in Erzgruben; es ist die älteste und schon von den Römern gebrauchte Sprengmethode. Das Dynamit ist neuerdings fast ausschliesslich als Sprengmittel in Gebrauch (s. Nitroglycerin).

ad 3) Die äussern Verhältnisse der Arbeiter sind im Vergleiche zur Stellung der Fabrikarbeiter nicht ungünstig, namentlich seitdem man angefangen hat, durch zweckmässige Wohnungen, Badeeinrichtungen, Speiseanstalten, Krankenhäuser u. s. w. das Loos derselben so viel wie möglich zu erleichtern. Leider findet sich unter den Bergleuten häufig Trunksucht und zerrüttet ganze Familien.

Das allgemeine Berggesetz für den preussischen Staat vom 24. Juni 1865 erstreckt sich auf die Sicherheit der Baue, die Sicherheit des Lebens und der Gesundheit der Arbeiter, während die Knappschaftsvereine, welche durch das Gesetz vom 10. April 1854 in's Leben gerufen wurden, den Theilnehmern und deren Angehörigen Unterstützung in Krankheitsfällen gewähren. Die Knappschafts-Statistik findet sich jetzt im Stadium der Entwicklung und wird auf Grund der Reichs-Medicinal-Statistik hoffentlich werthvolle Ergebnisse erzielen.

Bezüglich des Schutzes der Oberfläche müssen die Fortschritte des Bergbaues die Terrainsenkungen, Einstürze u. s. w. verhüten; genauere Bestimmungen hierüber enthält das Berggesetz. Für die Adjacenten ist der Grubenbau insofern noch von grosser Bedeutung, als dadurch nicht selten, wie gegenwärtig in Königshütte in Oberschlesien, der Vorrath an gutem Trinkwasser eine bedeutende Einbusse erleidet. Die Wiederbenutzung resp. Reinigung der gewonnenen Stollenwässer ist fast unmöglich, weshalb besondere Wasserleitungen nicht selten erfordert werden. Die Wasserfrage bleibt in solchen Gegenden eine sehr wichtige und bedarf im hohen Grade der öffentlichen Aufmerksamkeit.

Wichtig ist ferner in sanitärer Beziehung, dass die öffentlichen Wasserläufe nicht durch Gruben- und Haldenwässer verunreinigt und für die ökonomische nnd technische Benutzung unbrauchbar gemacht werden; es handelt sich hierbei auch namentlich noch um eine sachgemässe Ableitung der Stollenwässer, die unter Umständen ganze Gegenden überfluthen können.

Aufbereitung der Steinkohle. Zu der eigentlichen Aufbereitung der Kohle rechnet man das Waschen und Verkoken. Das Waschen geschieht zur Beseitigung der Gangart resp. des Schwefelkieses; es ist stets mit einem Oxydationsprocesse verbunden, weshalb die abfliessenden Waschwässer die Producte der Oxydation des Schwefelkieses: schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, enthalten. Sie können nicht zum Speisen von Dampfkesseln verwendet werden; sie müssen jedenfalls, auch wenn sie zum Abfluss gelangen, vorher mit Kalk abgestumpft resp. niedergeschlagen werden; dasselbe ist bezüglich der gelösten Stollenwässer zu bemerken. Geschieht der Abfluss in Teiche, Flüsse, Bäche u. s. w., so ist damit stets ein Nachtheil für die Fischzucht ver-

zündung von aussen entstehen können. In Idria sind die Grubenbrände durch die Selbstentzündung der bituminösen Quecksilberlebererze bedingt.

bunden; werden Wiesen damit berieselt, so stirbt die Grasnarbe ab. Die beim Waschen zurückbleibenden Wässer, welche schwefelkieshaltig sind, dürfen nicht dem Verwitterungsprocesse ausgesetzt werden, weil dadurch wiederum die benachbarten Wässer verunreinigt werden können.

Die gewaschene Kohle wird dem Verkokungsprocess unterworfen, d. h. die Kohle wird durch hohe Temperatur ihres Gehaltes an Bitumen beraubt. Es werden bei diesem Processe fast alle Kohlenwasserstoffe, welche in der Kohle enthalten sind, ausgetrieben und verbrannt; jedoch wird der Gehalt an Schwefel nicht nur nicht vermindert, sondern erhöht, weil der Schwefelkies nicht eher verbrennt, als bis alles Bitumen verbrannt ist. Wirft man Staub von solchen Koks auf schwach glühende Platten, so wird jedes Partikelchen von einer blauen Schwefelflamme umgeben, ein Beweis, dass fast der ganze Schwefelgehalt der Kohle in den Koks zurückbleibt. Durchschnittlich ergibt die Kohle, d. h. die Fettkohle, an 30—40% Koks; mit der Abnahme des Bitumengehaltes steigert sich die Ausbeute an Koks.

Diese Operation geschieht entweder in offenen Feldöfen oder in geschlossenen Oefen. In beiden Fällen treten die Verbrennungsproducte direct in die Atmosphäre; sie bestehen hauptsächlich aus Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasser und namentlich schwefliger Säure; diese bildet sich im letzten Stadium der Verkokung, namentlich beim Ausziehen der fertigen Koks; brenzliche Producte entwickeln sich bloss beim neuen Aufgeben. Da bei diesem Processe stets eine unterdrückte Verbrennung stattfindet, so entstehen grosse Massen von Russ; grade diese Entwicklung von Russ aus den bituminösen Bestandtheilen der Kohle verursacht nächst der schwefligen Säure die grösste Belästigung.

Finden sich leichte und schwere Kohlenwasserstoffe unter den Dämpfen, so sind diese Gase nur die Producte der trocknen Destillation, worauf eigentlich die Verkokung beruht, indem man so viel wie möglich den Zutritt der atmosphärischen Luft bei diesem Processe verhütet; Schwefelwasserstoff kann nicht auftreten, weil es durch die schweflige Säure sogleich zersetzt wird.

Ebelmen fand die Koksofengase im Mittel zusammengesetzt aus:

Kohlensäure	10,93
Kohlenoxyd	3,42
Sumpfgas	1,17
Wasserstoff	3,68
Stickstoff	80,80
	100,00.

Durch die Verbrennung des Wasserstoffs im Kohlenwasserstoff wird die zur Zersetzung der Steinkohle nöthige Hitze geliefert.

Alle sich entwickelnden Gase und Dämpfe sind mit viel atmosphärischer Luft gemengt, wodurch sie die Gesundheit der Arbeiter fast gar nicht benachtheiligen; man hat auch bisher bei den Arbeitern, welche bei den Koksöfen beschäftigt sind, keine specifischen Krankheiten beobachtet. Dagegen ist die grosse Menge Rauch und Russ, welche Koksöfen erzeugen, für die nächste Nachbarschaft eine ausserordentlich grosse Belästigung; diese ist um so fühlbarer, wenn namentlich in der wärmeren Jahreszeit der Rauch am Abend sich senkt und das Oeffnen von Fenstern unmöglich macht. Wenn nun das Bedürfniss nach frischer Luft zu einer Zeit, wo man dasselbe am meisten empfindet, nicht befriedigt werden kann, so ist wenigstens ein indirecter Schaden für die menschliche Gesundheit nicht ausgeschlossen.

Neuerdings hat man übrigens grosse Fortschritte in der Construction der Koksöfen gemacht und die hauptsächlichste Belästigung der Adjacenten hinweggeräumt. In Belgien und Frankreich hat man angefangen, die Destillationsproducte und den Russ der Steinkohlen wieder zu gewinnen; mehr Beifall hat die Benutzung der Gase zur Erwärmung gefunden. Beim System Smet wird die Kohle durch 2 Trichter aufgegeben; die Flamme des im Betrieb befindlichen Ofens entweicht durch Oeffnungen am Anfange des Gewölbes, durchströmt die Wände in 2 horizontalen Canälen, circulirt unter der Sohle in Zügen und gelangt schliesslich zum Schornstein. In Oberschlesien befinden sich solche Oefen im Betriebe, sind aber schon wiederum durch das System Appolt verdrängt worden, das ebenfalls die Calcinirung im geschlossenen Raum durch Verbrennung der aus den Kohlen entwickelten Gase bezweckt, dabei die

Erwärmungsfläche ganz bedeutend ausdehnt und die Flammen aller Oefen in dem sie umgebenden Raume vereinigt. Auch das System Dulait und Coppée verhindert die Rauchentwicklung; letzteres vereinigt alle brennbaren Gase in einem grossen Canal unter den Oefen, um sie zur Kesselfeuerung zu benutzen. Der Coppée-Ofen hat besonders in Belgien grosse Verbreitung gefunden, aber auch Preussen, England und Frankreich haben die Vortheile desselben schon benutzt.

Für die Arbeiter bleibt jedoch das Füllen und Entleeren der Koksöfen noch eine sehr belästigende Arbeit, weshalb diese Operationen in neuester Zeit mittels Maschinen ausgeführt werden. Es ist besonders die strahlende Hitze und der glühende Staub, wodurch mannigfacher Schaden, namentlich für die Augen, entstehen kann.

Das Löschen der Koks, welches häufig durch Begiessen mit Wasser geschieht, ist für die Arbeiter nicht minder gefährlich, weil dadurch leicht Verbrühungen herbeigeführt werden; auch treten dabei colossale Massen von Schwefelwasserstoff und etwas Kohlenoxyd auf. Selbstverständlich darf schon aus dieser Ursache die Verkokung nicht in der Nähe von Städten oder dicht bewohnten Räumen stattfinden.

An andern Orten werden die fertigen Koks, wenn sie aus dem Ofen kommen, in Gruben geworfen, welche man durch einen Sandverschluss hermetisch verschliesen kann; hier erstickt die Kohle durch die von ihr ausgehauchte Kohlensäure. Der einzige Nachtheil besteht darin, dass die Abkühlung sehr langsam erfolgt und späterhin noch eine Selbstentzündung eintreten kann, wenn die Abkühlung nicht vollständig erfolgt war. Beim Oeffnen der Gruben hat sich der Arbeiter dann vor der Einwirkung des Kohlenoxyds, der Kohlensäure und schwefligen Säure zu schützen.

Die Koks, welche mit Wasser gelöscht worden sind, enthalten neben Schwefeleisen noch Wasser. Letzteres wirkt nun bei der Erwärmung, z. B. bei neuer Aufschüttung von Koks, bei der Heizung u. s. w., in der Weise auf das Schwefeleisen ein, dass der Sauerstoff des Wassers das Eisen oxydirt und der Wasserstoff alsdann sich mit dem einen Theil des Schwefels zu Schwefelwasserstoff verbindet; derselbe ist somit nicht präexistirend, sondern wird erst gebildet.

Die häufig ausgesprochene Ansicht, dass sich im Steinkohlendunst Schwefelwasserstoff und schwerer Kohlenwasserstoff als Verbrennungsproducte vorfinden, bedarf insofern einer Berichtigung, als diese Körper niemals als Verbrennungsproducte auftreten können. Nichtsdestoweniger kann der Kohlendunst Schwefelwasserstoff und schweren Kohlenwasserstoff enthalten: in diesem Falle aber ist Schwefelwasserstoff durch Einwirkung von Wasserdämpfen auf Schwefelmetalle und der schwere Kohlenwasserstoff in Folge einer theilweise trocknen Destillation der noch Bitumen enthaltenden Kohlen entstanden.

Diese Bildung von H_2S ist besonders dann beachtungswerth, wenn Koksfeuer zum Austrocknen neuer Gebäude benutzt werden; beim Aufschütten des frischen Brennmaterials tritt alsdann stets etwas H_2S auf, welcher sich in dem betreffenden Locale mehr oder weniger anhäuft, den Anstrich verdirbt und überdies auf die Hausbewohner resp. Arbeiter schädlich einwirken kann. Koks, welche in Kasten oder Gruben erstickt sind, enthalten mehr Kohlenoxyd.

Verkokung der Braunkohle. So wie die Steinkohle, ihres Bitumens beraubt, einen kohlenstoffreichen Rückstand, die sogenannten Koks, zurücklässt, ebenso erhält man, wenn man die Braunkohle demselben Processe unterwirft, einen holzkohlenähnlichen Rückstand, welchen man als Braunkohlenkoks bezeichnet. Diese Verkohlung oder Verkokung geschieht 1) in Meilern, wie bei der Holzverkohlung, wobei man die Verbrennungs- resp. Destillationsproducte ausser Acht lässt; 2) in geschlossenen Retortenöfen, bei welchen man diese Producte gewinnt.

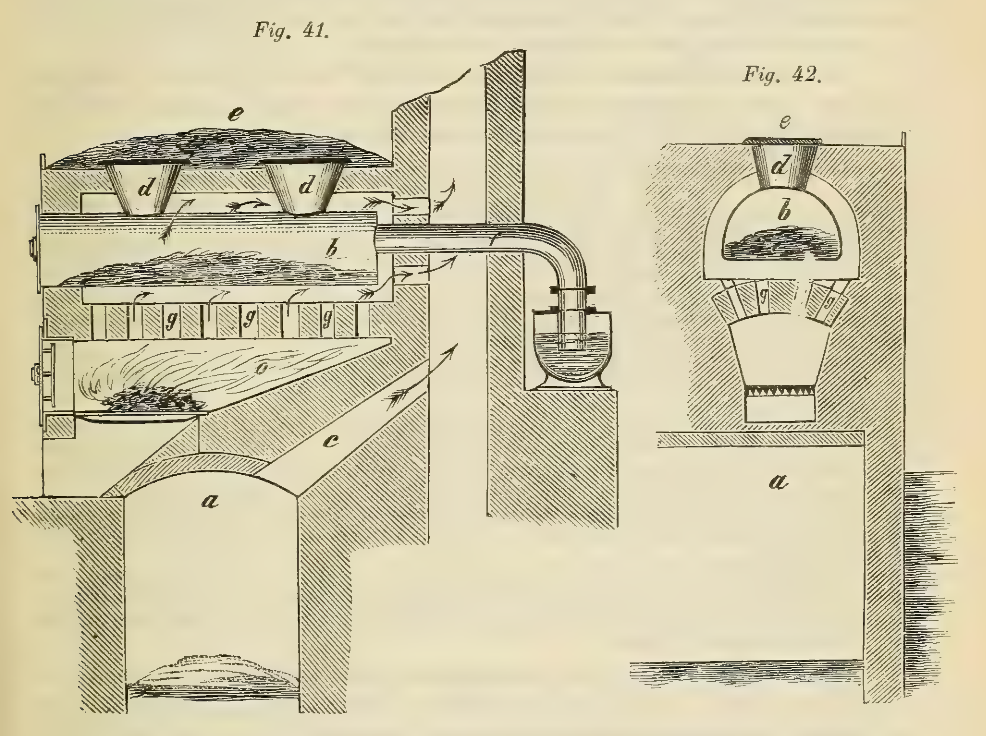
ad 1) Bei der Verkokung in Meilern treten ausser den empyreumatischen Stoffen, welche unverbrannt entweichen, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Methylwasserstoff neben Ammoniak und schwefliger Säure auf. Manche sehr bitumenreiche Braunkohle entwickelt dabei massenhaft Russ, weshalb man häufig dessen Gewinnung damit verbindet.

Womöglich muss dieser Process in abgelegenen Gegenden und an Bergabhängen vorgenommen werden, da die genannten Gase und Dämpfe, namentlich die schweflige Säure und die kreosothaltigen Dämpfe, sehr nachtheilig auf die Vegetation einwirken.

Die erdige Braunkohle wird fast nie zum Verkoken benutzt, wenn dies nicht wegen ihres grössern Bitumengehaltes geschieht.

ad 2) Die Retortenöfen müssen direct mit Gruben in Verbindung stehen, in welchen die abdestillirten Koks gelöscht werden. Diese verlangen nämlich eine sehr vorsichtige Löschung, indem sie durch ihren Gehalt an fein vertheiltem Schwefelkiese der Selbstentzündung sehr leicht unterworfen sind; ein blosses Ersticken der Kohlen in Gruben ist nie zulässig, da sie dabei einer Selbstentzündung unterliegen würden. Directe Löschung mittels Wassers ist ebenso wenig anwendbar, da die verkokte Braunkohle eine grosse Menge Wasser aufsaugt, wodurch nicht nur die Fracht vermehrt, sondern auch die Entzündlichkeit vermindert wird. Das Löschen muss mittels Wasserdämpfe geschehen, weshalb man diesen Process das Todtdämpfen nennt; die Kohle nimmt dabei 6—7% Wasser auf, wodurch die Selbstentzündlichkeit aufgehoben wird.

Fig. 41. *Fig. 42.*



Während des Todtdämpfens entwickeln sich je nach der Menge des Schwefelkieses grössere oder geringere Mengen von Schwefelwasserstoff. Dieser Umstand ist es grade, welcher die Vornahme dieser Operation in überwölbten Gruben nothwendig macht; diese (Fig. 41, 42 *a*) sind unter den Retortenöfen (*b*) derartig angebracht, dass sie die abdestillirten Kohlen leicht aufnehmen können.

Mittels eines eingesetzten Eisentrichters, welcher in die betreffende Oeffnung resp. in den Canal des Gewölbes führt, werden nämlich die abdestillirten Kohlen beim Entleeren aus der Retorte in das Gewölbe geschafft. Gewöhnlich haben je zwei Retorten einen gemeinschaftlichen Trichter und nur einen mit dem Gewölbe correspondirenden Canal, welcher beim Löschen der Kohle jedesmal geschlossen werden muss.*)

Der zum Löschen erforderliche Wasserdampf wird durch ein Rohr, dessen unteres Ende in eine Brause mündet, auf den Boden der Grube (*a*) geleitet. An der Seite der Grube, welche dem Einfallloche für die abdestillirten Kohlen gegenüber liegt, führt ein Canal (*c*) in den Schornstein des Retortenofens, der alle während des Todtdämpfens auftretenden Gase aufnimmt.

Bei *dd* finden sich Fülltrichter mit Sandverschluss zum Eingeben des Gutes in die Retorte (*b*). Auf der obern Ofensohle (*e*) wird das Grubengut von der Grubenfeuchtigkeit befreit resp. getrocknet.

---

*) Es ist schwierig, den ganzen Hergang bildlich darzustellen, da wenigstens 3—4 verschiedene Durchschnitte dazu erforderlich sind.

Durch das Rohr *f* werden die Destillationsproducte weggeführt (s. Destillation der Braunkohle). Die hier abströmenden uncondensirbaren Gase werden unter die Feuerung abgeleitet. Bei *g* befinden sich die Füchse, durch welche die Flamme der Feuerung zieht und die Retorte umspielt.

Verkokung des Torfs. Im Allgemeinen wird nur der schwere bitumenreiche Baggertorf der Verkokung unterworfen; ebenso wie bei den Braunkohlen kann auch hier wegen eines Gehaltes an Schwefelkies eine Selbstentzündung leicht eintreten. Bezüglich der Apparate, Darstellung und abziehenden Gase gilt dasselbe, was hierüber bei der Braunkohle gesagt worden ist.

Im Allgemeinen sind alle diese Verkokungen in der Nähe von bewohnten Ortschaften nicht zulässig. Bei der Meilerverkokung von Torf und Braunkohlen kann sich der Geruch bisweilen auf 3—4 Stunden weit ausbreiten.

Verkohlung des Holzes. Auch die Darstellung der Holzkohlen geschieht in Meilern oder in retortenähnlichen Apparaten; bei letztern gewinnt man die Destillationsproducte (s. Theerschwelerei und Holzessigsäurefabrication).

Beim Verkohlen in Meilern treten als Verbrennungsproducte Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasser und empyreumatische Producte neben bedeutenden Mengen von Russ auf. Das Verkohlen geschieht gewöhnlich in abgelegenen Waldgegenden und zwar auf der Schlagstelle; man benutzt die 1—5jährigen Lohstangen und kein dickes Holz dazu. Da aber das Verkohlen, wie erwähnt, auf der Schlagstelle, also auf einer Lichtung stattfindet, so kann, wenn nicht besondere Verhältnisse eintreten, die Einwirkung der Verbrennungsproducte auf die Vegetation sich nicht geltend machen. Nichtsdestoweniger kommen Fälle vor, dass ganze Waldstrecken entlaubt werden und zwar durch die Einwirkung der empyreumatischen Producte, des Kreosots und der Essigsäure, wenn die Feuerung nicht sorgfältig geleitet worden ist und bei dumpfem, nebeligem Wetter der Rauch niedergedrückt und im Walde zurückgehalten wird.

Der Russ kann hierbei nur von geringem Einflusse sein, da er sehr leicht ist und durch den leisesten Wind wieder fortgetragen wird. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Singvögel, namentlich Nachtigallen, sich aus dem Bereiche der Kohlenmeiler entfernen, was jedenfalls auf die nachtheilige Einwirkung der empyreumatischen Stoffe hinweist. Die Aushauchung des Kohlenoxyds kann nur bei der grössten Unvorsichtigkeit gefährlich einwirken, wenn sich z. B. die Arbeiter auf die Kohlenmeiler zum Schlafen hinlegen.

Nach der Art des Holzes unterscheidet man harte und weiche Kohle, und nach dem Grade der Verbrennung die Schwarzkohle und die Röst- oder Rothkohle; bei letzterer hat eine unvollständige Verkohlung stattgefunden: sie wird nur bei der Pulverfabrication verwendet.

Transport und Lagerung der verschiedenen Arten von Kohle. Die Steinkohle erfordert bezüglich ihres Transports insofern eine strenge Ueberwachung, als sich hierbei manche leicht entzündliche und feuergefährliche Gase entwickeln, ohne dass eine andere Ursache, wie Oxydation u. s. w., einwirkt; in diese Kategorie gehören besonders die sehr bitumenreichen englischen, sächsischen und schlesischen Kohlen. In England hat man diese Angelegenheit für so wichtig gehalten, dass man ein besonderes Gesetz bezüglich des Transports derartiger Kohlen erlassen hat. So ist z. B. an allen Ladeplätzen Cardiff's eine polizeiliche Bekanntmachung ausgehängt, nach welcher die Luken eines jeden mit Kohlen beladenen Schiffes, so lange dasselbe in dem dortigen Dock liegt, geöffnet bleiben müssen und nicht eher geschlossen werden dürfen, als bis die Schiffe die Mündung nach dem Bristolcanal zurückgelegt haben.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass manches Brandunglück auf hoher See durch die Entwicklung dieser Gase in Folge einer Temperaturerhöhung entsteht. Gelangen dieselben nach dem Feuerraum der Maschine, so entzünden sie sich hier und wirken gleichsam als schlagende Wetter; so wurde noch vor einigen Jahren über die Explosion von schlagenden Wettern am Bord eines englischen Schraubendampfers berichtet.[27])

Hier kann nur eine gute Ventilation und eine Isolirung des Kohlenlagers vom Feuerraum einigermassen die Gefahr beseitigen.

Bei der bekannten Eigenschaft der Kohle, Gase zu verdichten, kann es nicht auffallen, dass die Kohle in der Erde die bei ihrer Bildung und Zersetzung auftretenden

brennbaren Gase, worunter das Sumpfgas vorwaltet, zurückgehalten hat, welche alsdann unter einem verminderten Drucke und bei erhöhter Temperatur wieder frei werden. Unter diesen Umständen können die ausserhalb eines Bergwerks lagernden Steinkohlen noch so viel Sumpfgas aushauchen, dass bei dessen Entzündung Explosionen entstehen.[28])

Bei Braunkohle und Torf fehlen solche Gasexhalationen: die Braunkohle entwickelt nur Kohlensäure. So hat z. B. das Lagern der Braunkohle in grössern Quantitäten in geschlossenen Kellerräumen manchmal Veranlassung gegeben, dass Personen, welche sich unvorsichtiger Weise in solche Räume begaben, hier den Tod fanden. Dieser Nachweis einer fortwährenden Entwicklung von Kohlensäure bei der Braunkohle nach ihrer Förderung ist von *Varrentrapp* zur Genüge erbracht worden.

Die Steinkohle sowie die Braunkohle sind zuweilen einer Selbstentzündung unterworfen, welche lediglich von dem in der Kohle enthaltenen und durch den atmosphärischen Sauerstoff sich oxydirenden fein zertheilten Schwefelkies (Wasserkies) abhängt.

Die schwefelreiche Braunkohle wird fast nie als Brennmaterial zur Heizung benutzt, weshalb auch ein Transport derselben höchst selten stattfindet; dagegen können sie einen Haldenbrand verursachen, welcher für die umliegende Vegetation in doppelter Beziehung nachtheilig werden kann, erstens durch die Verbrennung und zweitens durch das massenhafte Auftreten der schwefligen Säure.

Beim Torf kommt die Selbstentzündung in Folge der Oxydation von Schwefelkies höchst selten vor, weil er im Allgemeinen wenig davon enthält: auch wird der schwefelkieshaltige Torf nur auf Alaun und Eisenvitriol verarbeitet und niemals als Brennmaterial benutzt.

Die Steinkohlen-Koks bieten beim Transport und Lagern nichts Besonderes dar: die Koks von Braunkohle und Torf sind jedoch zur Selbstentzündung sehr geneigt und dürfen niemals transportirt und gelagert werden, wenn sie nicht vorher durch Wasserdämpfe gelöscht worden sind.

Das Lagern und der Transport der Holzkohlen bieten zunächst im gepulverten Zustande eine Feuersgefahr: ihre leichte Entzündlichkeit erfordert es, dass sie nicht in der Nähe von Feuerstellen abgelagert und auch nicht in offenen Waggons auf Eisenbahnen transportirt werden.

Wegen des Gehalts der frischen Holzkohle an Kohlensäure und Kohlenoxyd kann das Lagern in der Nähe von menschlichen Wohnungen zuweilen höchst gefährlich werden. Da bekanntlich die Holzkohle in ihren eigenen Verbrennungsproducten, unter denen sich namentlich das Kohlenoxyd in bedeutender Menge vorfindet, bei der Darstellung erstickt wird und die Kohle ein bedeutendes Absorptionsvermögen für Kohlenoxyd und Kohlensäure hat, so nimmt sie sehr erhebliche Mengen dieser Gase auf. So absorbirt 1 Vol. Kohle 9,42 Vol. CO und 35 Vol. CO_2: ein Gemisch, welches auf 3 Vol. Kohlensäure 1 Vol. Kohlenoxyd enthält, wird unverändert in demselben Mischungsverhältniss von der Kohle aufgenommen.

Hinsichtlich der Wasseraufnahme ist zu bemerken, dass die Kiefernkohle in 24 Stunden dem Gewichte nach 8,2 % und die Kohle der Rothbuche 5,3 % Wasser aus der Atmosphäre aufnimmt.

Der kohlensaure Alkaligehalt der Kohle bedingt ihre Fähigkeit, das atmosphärische Wasser mit Begierde anzuziehen, wodurch alsdann die aufgenommenen Gase deplacirt und ausgetrieben werden können: ist der Lagerungsraum ein feuchter Keller, so ist dieser Austausch um so schneller eingeleitet und beendet. Es sollte deshalb nicht gestattet werden, frische Meilerkohlen sofort in geschlossenen Räumen zu lagern, wenn sie nicht vorher wochenlang an der Luft gelegen haben.[29])

Das Verdrängtwerden der Gase in den frischen Holzkohlen resp. in den Braunkohlen- und Torfkoks durch flüssiges Wasser kann somit bei Ueberschwemmungen, wenn dasselbe in unterirdische Kohlenlagerräume dringt, grosse Gefahr herbeiführen, indem dann ein Theil des Kohlenoxyds austritt.

Da die Koks aus Braunkohle und Torf nichts weiter als eigentliche Holzkohlen sind, so kann bezüglich ihrer Eigenschaften zwischen ihnen und den Holzkohlen kein Unterschied stattfinden. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Ratten und Mäuse sich niemals in Räumen aufhalten, wo Holzkohlen lagern, wenn sich dort auch Nahrungsmittel für sie vorfinden.

Die Verbindungen des Kohlenstoffs.

Die Verbindungen des Kohlenstoffs sind so zahlreich, dass sie einen wesentlichen Theil der Chemie repräsentiren; um eine Uebersicht derselben zu gewinnen, dürfte es zweckmässig erscheinen, sie sämmtlich hier einer nähern Betrachtung zu unterwerfen, gleichviel, ob sie im gewöhnlichen Leben als organische oder anorganische bezeichnet werden. Mit Sauerstoff und Schwefel verbindet sich bekanntlich der Kohlenstoff direct; seine Oxydationsproducte und der Schwefelkohlenstoff werden daher dies grosse Gebiet einleiten, um dann zu den anderweitigen, auf indirectem Wege entstehenden Verbindungen überzuführen, welche in der Regel in der organischen Chemie abgehandelt werden.

Kohlenstoff und Sauerstoff.

1) **Kohlenoxyd** CO kommt in der Natur höchst selten fertig gebildet vor; der Dampfstrom einer Solfatara auf Island soll es enthalten: auch will man es bei der Darmrespiration des Schlammpeizgers (Cobitis fossilis) nachgewiesen haben. *Boussingault* behauptet, dass auch die Blätter der Wasserpflanze unter Einwirkung der Sonnenstrahlen bei der Zersetzung der Kohlensäure neben Sauerstoff Kohlenoxyd und Methylwasserstoff aushauchen.[30])

Bei der Maischbereitung, beim Gährungs- und Fäulnissprocess entsteht es durch Oxydation des Kohlenstoffs der organischen Gebilde. Am häufigsten tritt es beim Verbrennen der Kohle unter gehemmtem Lufzutritt, bei der Reduction der Metalloxyde mittels Kohle und bei der Reduction der Kohlensäure mittels Kohle bei sehr hoher Temperatur ($CO_2 + C = 2CO$), z. B. beim Hohofenprocesse auf; bei der trocknen Destillation bituminöser Fossilien entsteht es als Spaltungsproduct.

Dargestellt wird Kohlenoxyd durch Zersetzung ameisensaurer oder oxalsaurer Salze durch Schwefelsäure. Gewöhnlich benutzt man die Oxalsäure, indem man 1 G. Th. derselben mit 6 G. Th. Schwefelsäure vermischt:

$$H_2C_2O_4 = CO + CO_2 + H_2O.$$

Zur Entfernung der gleichzeitig auftretenden Kohlensäure leitet man das sich entwickelnde Gas durch eine Lösung von Kaliumhydrat.

Kohlenoxyd ist ein farb- und geruchloses, permanentes Gas, welches beim Anzünden mit schwach bläulicher Flamme brennt. Das Wasser absorbirt wenig, eine Auflösung von Kupferchlorür in Ammoniak oder Salzsäure dagegen sehr viel; im letztern Falle bildet es mit Kupferchlorür eine bei Gegenwart von Wasser explosive Verbindung. Mit Chlor und Brom verbindet es sich im Sonnenlicht direct.

Einwirkung des Kohlenoxyds auf den thierischen Organismus. Die Wirkung des Kohlenoxyds stimmt mit der der Kohlensäure nur insofern überein, als bei kleinern Mengen sich ebenfalls entschieden Symptome der Reizung kund geben, welche aber weit rascher als bei der Kohlensäure in die der Lähmung übergehen.

Zu den Symptomen der Reizung gehören: Angstgefühl, Uebelkeit, vermehrte Respiration, beschleunigter Herzschlag, klopfende Kopfschmerzen, Betäubung, Schwindel und Neigung zum Hinfallen, Zittern und Convulsionen. Beim Einathmen grösserer Mengen kann man wie vom Blitz getroffen zu Boden stürzen und zwar entweder unter leichten Delirien und Sinnestäuschungen oder aber, wie es meist der Fall ist, mit voller Bewusstlosigkeit. Tritt dann keine rasche Hilfe ein, so erfolgt Lähmung unter starker Sommolenz, Pupillenerweiterung, kaltem Schweisse, kalter Haut, Anästhesie, Muskelschlaffheit, röchelnder, seufzender Respiration und verlangsamtem Herzschlage; das Leben erlischt hierauf schnell.

Die rasche Abnahme der Körperwärme ist im Stadium der Lähmung

besonders auffallend und kann bei Thieren 10° betragen; die Lähmung schreitet von unten nach oben fort.

Der Kohlendunst, welcher im gewöhnlichen Leben vorzugsweise zur Vergiftung Anlass gibt, enthält ausser dem Kohlenoxyd bei der Holzkohlenverbrennung noch mehr oder weniger Kohlensäure. Als Mittel von 8 Analysen fanden sich 2,54% Kohlenoxyd und 24,68% Kohlensäure;[31]) der Gehalt an Kohlensäure muss stets den Symptomencomplex modificiren. Mehre Versuche haben ergeben, dass sich beim Holzkohlendampfe, welcher bei offenem Feuer gewonnen wurde, fast nur Kohlensäure und in geringem Grade Kohlenoxyd geltend machen, während bei bedecktem Feuer bald die Wirkung des Kohlenoxyds in sehr bedeutendem Grade auftritt; die geringen Mengen von Ammoniak sind dabei ohne Bedeutung.

Steinkohlendampf bei offenem Feuer enthält fast nur Kohlensäure; nur beim frischen Aufgeben der Steinkohlen entwickelt sich bisweilen eine geringe Menge Schwefelwasserstoff.[32]) Bei bedecktem Feuer tritt ausser dem Kohlenoxyd und der Kohlensäure je nach den verschiedenen Kohlenarten häufig schweflige Säure hinzu; letztere macht sich höchstens durch öfteres Aufhusten der Thiere bemerkbar. Der Dampf kann nämlich auch arsenhaltig sein, wenn unter Umständen im Schwefelkies der Steinkohlen Arsen vorhanden war; im Russ der Steinkohlen hat man auch bereits Arsen nachgewiesen.[33])

Der Koksdunst ist bei offenem Feuer reich an Kohlensäure und schwefliger Säure, so dass derselbe bei den Thieren eine heftige Bronchialreizung zu erzeugen vermag; aber auch die Gegenwart von Kohlenoxyd ist hierbei nicht immer ausgeschlossen, welches in einem Versuche am Kaninchen die heftigsten Convulsionen hervorrief. Bei bedecktem Feuer liefert der Koksdunst noch grössere Mengen dieser Gase und ist nach den angestellten Versuchen als der gefährlichste Kohlendampf zu betrachten.

Beim Braunkohlendampf sind neben Kohlenoxyd noch Ammoniak und schweflige Säure zu beachten.

In den concreten Fällen hat man bisher viel zu wenig auf die Beschaffenheit des Kohlendampfes Rücksicht genommen; eine ganz abweichende Wirkung zeigen besonders die Dämpfe aus friesländischen Torfkoks. Die Erfahrung, dass in Holland fast nie Intoxicationen durch Torfkoksdämpfe vorkommen, gab zu folgenden Versuchen Anlass:

Erster Versuch mit den Dämpfen aus friesländischen Torfkoks. Letztere rührten aus Hoogeveen her; nachdem die Koks ausgeflammt hatten, wurden die glühenden Kohlen in einen Ofen gebracht und die sich entwickelnden Dämpfe in den grossen Glaskasten, in welchem ein Kaninchen sass, getrieben und zwar 20 Kolbenstösse zu 83 C.-C., nach 5 M. und 10 M. nochmals je 20 Kolbenstösse; hierauf beschleunigte Respiration und nach 15 M. ein vorübergehender Taumel. Nach 16 und 20 Min. je 20 Kolbenstösse; nach 24 M. Bauchlage mit ausgespreizten Hinterbeinen und sehr beschleunigte Respiration. Nach 40 M. waren mit 200 Kolbenstössen 6600 C.-C Dampf eingetrieben worden; nach 45 M. zeigen sich keine andern Erscheinungen als die sehr frequente Athmung (40 Inspir. binnen ¼ M.). Herausgelassen hält sich das Kaninchen nur kurze Zeit ruhig und läuft nach 5 M. wieder umher.

Zweiter Versuch. Dasselbe Kaninchen wurde nach 6 Stunden nochmals den Dämpfen ausgesetzt; es wurden 3486 C.-C. Dampf eingetrieben, welche nur vermehrte Respiration zur Folge hatten. Nach 35 M. Herausnahme des Thiers; es läuft sogleich umher und bietet nichts Krankhaftes dar.

Dritter Versuch. Ein Meerschweinchen sitzt im kleinen Zinkkasten; nachdem der Torf ausgeflammt hatte, wurden die sich entwickelnden Dämpfe in einen gläsernen Gasometer, welcher 3½ Liter fasste, aspirirt; von hier aus wurden sie in den Kasten übergetrieben. Nach 2 M. beschleunigte sich schon die Respiration, nach 6 M. 33 Inspir. binnen ¼ M.; Putzen des Maules, Schwanken, Hinfallen, Bauchlage, Fallen auf die rechte Seite folgen rasch aufeinander; in der Seitenlage leichte Zuckungen und Gehbewegungen der Extremitäten. Nach 7 M., nach Verbrauch der 3½ Liter Dampf, Herausnahme des Meerschweinchens; es ist anaesthetisch und zeigt schwache Respirationsbewegung; nach 2 M. sind die Augen wieder reizbar und der Herzschlag ist stark; auf die Erde gesetzt, bleibt es schwankend sitzen; die wieder eingetretene Respiration zeigt sich nach 4 M. beschleunigt; es bewegt sich beim Fortschieben nur mit den Vorderfüssen; nach 8 M. normale Respiration, nach 10 M. sind die Hinterbeine noch gespreizt, es bleibt ruhig sitzen und erst nach 1 Stunde bewegt es sich wieder ganz normal.

Es ist thatsächlich festgestellt, dass der Torfkoksdampf reich an Cyan ist; es lag daher auf Grund der vorstehenden Versuche die Vermuthung nahe, dass es in einer gewissen antidotarischen Beziehung zum Kohlenoxyd stände; es wurden deshalb die folgenden Versuche mit einem Gemisch von Cyan und Kohlenoxyd angestellt:

Erster Versuch. In einem Gasometer befanden sich 1 Vol. Th. Cyangas und 1 Vol. Th. Kohlenoxyd: diese Mischung wurde dem Zinkkasten, in welchem ein Meerschweinchen sass, zugeführt: es reibt sogleich Maul und Nase, verhält sich aber sonst ruhig: nach 2 M., als 200 C.-C. zugeleitet worden, zittert der ganze Körper, es taumelt und fällt auf die Seite, wobei alle Extremitäten rotirende Bewegungen, gleichsam Laufbewegungen machen. Nach 3 M. vermehren sich die Respirationen sehr bedeutend, die Augen füllen sich mit Thränen, es hustet häufig auf und zuckt mit den Vorderextremitäten. Nach 4 M. befinden sich 300 C.-C. der Gasmischung, ungefähr 7 Volumsprocent derselben, im Kasten: hierauf Herausnahme des Thiers: vollständige Anästhesie, Respiration kaum bemerkbar: nach 2 M. sind die Augen ein wenig empfindlich, starkes Herzklopfen, nach 3 M. beschleunigte Respiration: nach 4 M. auf die Erde gesetzt, bleibt es in der Bauchlage mit ausgespreizten Beinen: nach 5 M. zittert es bei jeder Berührung, erholt sich aber ziemlich rasch und bewegt sich nach 20 M. wieder normal.

Zweiter Versuch. Das Experiment wird mit einem Gemisch von 1 V. Th. Cyan und 2 V. Th. Kohlenoxyd wiederholt. Nach 2 M. bei 120 C.-C. Gasmischung beschleunigt sich die Respiration, das Thier wird unruhig und schüttelt häufig mit dem Kopfe: nach 3 M., bei 200 C.-C. des Gasgemisches taumelt es, fällt auf die Seite und macht rotirende Bewegungen mit allen Extremitäten: hierauf ruhige Lage bei beschleunigter Respiration. Nach 4 M. verlangsamt sich die Respiration bei 220 C.-C. (ungefähr 5 Volumsprocent): das Thier wird nun in vollständiger Anästhesie bei kaum bemerkbarer Bauchrespiration herausgenommen. Nach 2 M. geringe Reizbarkeit an den Augen, Bewegungen mit den Vorderbeinen, beschleunigte und unregelmässige Respiration bei starkem Herzklopfen: nach 4 M. sitzt es mit dem Vorderkörper aufrecht, nach 6 M. natürliche Bewegungen des Kopfes, leichtes Zittern des Körpers: nach 30 M. läuft es wieder wie vorher.

Es ist jedenfalls höchst auffallend, dass sich in diesem Falle, grade wie im dritten Versuche mit dem Dampfe des Torfkoks, hauptsächlich nur die Anästhesie als Wirkung des Kohlenoxyds einstellte und zwar bei 3,5 % dieses Gases, während die stärksten Kaninchen unter gewöhnlichen Verhältnissen schon bei 3 % Kohlenoxyd von starken Convulsionen befallen werden.

Diese Thatsache ist jedenfalls höchst wichtig, bedarf aber noch weiterer Versuche, um die Beziehung des Cyans zum Kohlenoxyd genauer zu erforschen; so viel ist sicher, dass der Dampf aus Torfkoks der am wenigsten gefährliche Kohlendunst ist.

Im Allgemeinen zeigen sich beim Kohlendampf aus Holz- und Steinkohlen wegen der reichlicher vorhandenen Kohlensäure die Zeichen der Reizung mehr als beim reinen Kohlenoxyd. Bei Menschen ist daher in solchen Fällen anfangs der Kopfschmerz heftig, mit Sausen und Brausen vor den Ohren verbunden; auch zeigen sich mehr Uebelkeit, Würgen und wirkliches Erbrechen; ganz besonders ist die Athembeklemmung ausgebildet, das Gefühl einer erdrückenden, die Athmung hemmenden Last auf der Brust und das Gefühl der Erstickungsnoth nebst grosser Angst werden noch im halbbetäubten Zustande empfunden.

Die Exaltation der psychischen Thätigkeit zeigt sich beim Kohlendunst weit deutlicher ausgeprägt als beim reinen Kohlenoxyd; es ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass sie vorzugsweise durch die Kohlensäure im Kohlendampf bedingt ist. Die Kranken können heftig, aufgeregt, tobsüchtig werden und an einer vollständigen Mania transitoria leiden (s. Kohlensäure).

Bei längerer oder stärkerer Einwirkung des Kohlendampfes führen klonische und tonische Krämpfe, Contracturen einzelner Muskeln, Trismus u. s. w. unter Cyanose und stertorösem Athmen in das Stadium der Lähmung. Treten Störungen der Sensibilität schon vor dem Schwinden des Bewusstseins ein, so liefern sie den sichersten Beweis, dass sehr viel Kohlensäure im Kohlendampf vorhanden gewesen. So hat man namentlich bei Einwirkung der Grubenbranddämpfe schon eine Hautanästhesie beobachtet, wenn die Arbeiter noch die Fahrtsprossen ergreifen und darauf stehen konnten. Aber auch Störungen der Motilität, Schwäche der Muskeln oder gänzliches Unvermögen, sich weiter zu bewegen, zeigen sich nicht selten schon vor völliger Aufhebung des Sensoriums.

Nachkrankheiten hat man fast nur beim Kohlendampf beobachtet; beim reinen Kohlenoxyd zeigen sich zwar nach der Rückkehr des Bewusstseins noch tagelang convulsivische Bewegungen des Körpers, heftiger Kopfschmerz und unregelmässiger Puls, auch längere Zeit noch Schwindel, Uebelkeit, Fieberanfälle und grosse Schlafneigung bei unterbrochenem Schlafe; bleibende Störungen hat man aber nicht wahrgenommen, vielleicht schon deshalb nicht, weil die Vergiftungen mit blossem Kohlenoxyd weit seltener vorkommen.

Nach der Kohlendunstvergiftung können Lähmungen einzelner Glieder, der Sprache, der Harnblase und des Rectums zurückbleiben. Auch entzündliche Affectionen der Respirationsorgane, Pneumonie und Pleuritis mit Exsudatbildung, hat man als Wirkungen des Kohlendampfes angesehen.[34])

Unter sehr vielen Versuchen gelang es nur einmal, bei einer Taube, eine partielle Atelectase der Lunge zu erzeugen. Um alle andern Gase auszuschliessen, wurde ein Gemisch von Kohlenoxyd und Kohlensäure benutzt.

Eine Taube wurde einem Gasgemische von ¼% CO und ¾% CO_2 ausgesetzt, welches nach 10 M. 10 sehr beschwerliche Respirationen hervorrief: sie verhielt sich sonst ruhig und da sich nach 2 Stunden keine andren Erscheinungen als die der Dyspnoe einstellten, wurde sie aus dem Holzkasten herausgelassen. Die Dyspnoe hielt an, nach 15 M. traten aber Convulsionen hinzu, die sich nach 20 M. mit Erbrechen wiederholten und nach 25 M. den Tod herbeiführten.

Section nach 6 Stunden. Hyperämie der Hirnhäute; aus den Brustmuskeln fliesst viel flüssiges dunkelrothes Blut aus, das in dünnen Schichten dunkelkirschroth erscheint, an der Luft aber mehr hellkirschroth wird. Trachealschleimhaut hellroth injicirt, die Oberfläche der Lunge dunkel- und hellroth marmorirt. Die ganze rechte Lunge sinkt unter den Wasserspiegel, erreicht aber nicht vollständig den Boden, nur einzelne Stückchen, namentlich des obern Lappens, sinken vollständig zu Boden; das Gewebe ist von mehr bräunlicher Farbe, knistert nicht beim Durchschneiden und erscheint mit Ausnahme der Ränder der einzelnen Lungenlappen derb; aus den Durchschnittsflächen tritt eine blutige Flüssigkeit, aber kein Blut aus; dieselbe findet sich auch in den Bronchien. Die linke Lunge ist ganz schwimmfähig, mehr hellroth gefärbt, namentlich im Parenchym, und liefert auf der Schnittfläche einen blutigen Schaum. Nur im rechten Herzen flüssiges Blut, Leber und Nieren hyperämisch.

¼% CO und 3¾% CO_2 versetzten eine Taube in grosse Dyspnoe, welche bald verschwand, als sie nach 1 Stunde ins Freie gebracht wurde. ½% CO und 3½% CO_2 erzeugten bei einer Taube nach 4 M. allgemeine Convulsionen; bei der sofortigen Herausnahme erholte sie sich nach 15 M. 1% CO und 3% CO_2 riefen nach 1½ M. bei einer Taube die heftigsten Convulsionen hervor; herausgenommen erholt sie sich nach 20 M. 2% CO und 2% CO_2 bewirkten bei einem mittelgrossen Kaninchen beschleunigte Respir., Koth- und Urinabgang, Schwanken bei verengter Pupille nach 8 M., Zusammensinken nach 13 M.; bei beschleunigter Respiration (24 Inspir. binnen ¼ M.) wird es nach 15 M. in vollständiger Anästhesie herausgenommen. Nach 1 Stunde bleibende Restitution.

Man ersieht aus diesen Versuchen, dass eine geringe Steigerung des Gehalts

an Kohlenoxyd, ganz unabhängig von der grössern oder geringern Menge Kohlensäure, die charakteristischen Symptome der Kohlendunst-Vergiftung hervorruft. Sollte vielleicht eine längere Einwirkung von kleinen Mengen dieses Gasgemisches für die Entstehung von Lungenaffectionen bedeutsam sein?

Die Ansicht von Klebs, dass die in den übrigen Organen nachgewiesenen Veränderungen nirgends die Bedeutung von Entzündungsprocessen besässen und daher auch Entzündungen der Lungen nur als zufällige Complicationen zu betrachten seien, bedürfte wohl einer Einschränkung. — Blödsinn ist schon mehrmals als die Folge von Kohlenoxyd- resp. Kohlendunstvergiftung beobachtet worden. Eine Mittheilung von Simon [35]) scheint dafür zu sprechen, dass selbst längere Zeit nach der Restitution Gehirnerweichung eintreten kann; da diese Vergiftung den Process des fettigen Zerfalls in verschiedenen Organen bedingt, so hält es Simon für möglich, dass dies auch für die kleinern Hirngefässe gelten könne, so dass in Folge der in diesen eingetretenen Veränderungen sich später Ernährungsstörungen in Form der Erweichung einstellen.

Veränderungen, welche als parenchymatöse Entzündung, als fettige Degeneration auftreten, finden sich in langsam verlaufenden Vergiftungsfällen auch in den Muskeln. Nach Klebs beginnen sie im Psoas und Iliacus, in den Adductoren des Oberschenkels und schreiten auf die Bauch- und Brustmuskeln fort; am spätesten oder gar nicht zeigen sie sich in den Halsmuskeln, weniger constant im Herzmuskel, in den Nieren, der Leber und der Milz.

An die parenchymatöse Degeneration können sich weiterhin interstitielle Wucherungsprocesse und Nekrose der betreffenden Theile anschliessen; alle diese Veränderungen stimmen mit denjenigen überein, welche man auch bei Infectionskrankheiten, bei typhösen, puerperalen und septicämischen Processen beobachtet; namentlich soll sich Nekrose am Pharynx und Dickdarm in Folge der Kohlendunstvergiftung ausbilden. Hierher gehört auch eine bisweilen als Folge der Kohlendunstvergiftung vorkommende diphtheritische Ablagerung auf der Schleimhaut des Gaumens, des Kehlkopfs, des Colon und Rectum. [36])

Eine durch Lähmung der vasomotorischen Nerven herbeigeführte Atonie der Blutgefässe, welche Klebs in erster Linie als Wirkung der Kohlendunstvergiftung ansieht, die aber nur als ein secundäres Krankheitsproduct aufzufassen sein dürfte, veranlasst namentlich auch auf der Haut bei längerm Kranksein Brand mit Blasen, Schorf und Decubitus.

Der Zucker, welcher nicht selten im Harn der durch Kohlendunst Vergifteten gefunden wird, dürfte in gewissem Zusammenhange mit dem Mangel an Sauerstoff im Kohlenoxydblut stehen.

Der Umstand, dass das Kohlenoxyd den Sauerstoff aus dem Blute, wenigstens theilweise, austreibt, führte zu der Auffassung, dass die Kohlendunstwirkung in erster Linie in einer Sauerstoffentziehung und in der dadurch bedingten Ernährungsstörung beruhe. Traube hebt unter den Wirkungen des Kohlenoxyds noch besonders die Erregung des Hemmungsnervensystems des Herzens hervor, worauf er die nachträgliche Pulsverlangsamung zurückführt, während sich die vorhergehende Pulsbeschleunigung durch Erregung des Centrums des vasomotorischen Nervensystems erkläre. [37])

Das Sectionsresultat bei den schnell durch Kohlendunst Umgekommenen bietet manches Charakteristische dar, welches für den untersuchenden Arzt hervorzuheben ist. In dieser Beziehung ist zu bemerken, dass die Verwesung langsamer als gewöhnlich eintritt: im Winter fehlt oft nach 5–6 Tagen jede Spur derselben. Alle

Todtenflecke zeichnen sich durch hellere Röthe aus und finden sich zahlreich auf dem Rücken. Die Blutleiter in der Schädelhöhle enthalten mehr oder weniger hellrothes, dünnflüssiges Blut; die Gefässe der weichen Hirnhaut sind stets angefüllt, das Gehirn zeigt aber auf den Durchschnitten nicht immer Blutpuncte. Die Gehirnhöhlen sind leer oder enthalten etwas Serum, Plexus choroidei und die Sinus an der Basis cranii blutreich; die Schleimhaut der Trachea und des Larynx ist in Folge von Gefässinjectionen roth oder bräunlich gefärbt, die feinsten Bronchien sind fast immer mit schaumigem Schleim angefüllt; die Lungen häufig von röthlicher Färbung auf mehr oder weniger dunkelbraunrothem Grunde: aus den Einschnitten des Parenchyms ergiesst sich flüssiges hellrothes Blut; auch beim Druck auf die Schnittflächen tritt oft dünnflüssiges, mit schaumigem Schleime vermischtes Blut aus, während die untern Lungenlappen häufig die Erscheinungen des Oedems darbieten. Das rechte Herz ist an flüssigem, hellrothem Blute in der Regel reicher als das linke. Leber und Milz bieten oft wenig Abnormes dar, wenn sie nicht durch das hellrothe Blut eine Farbenveränderung erleiden; dagegen zeichnen sich die Nieren stets durch Hyperämie aus. Die grössern Unterleibsgefässe sind mit dünnflüssigem hellrothem Blute gefüllt; das hellrothe Blut ist die Regel; ist es dunkler gefärbt, so ist der betreffende Kohlendampf jedenfalls sehr reich an Kohlensäure gewesen.

Ist der Tod in Folge von Holzkohlendampf erfolgt, so fehlt fast nie die helle Röthe der Lungen und des Blutes; beim Koksdampf und häufig auch beim Steinkohlendampf influirt schon die schweflige Säure auf die Farbe des Blutes, welches sich dann mehr der dunklen Röthe nähert. Von der Farbe des Blutes hängt auch die Injectionsröthe auf den Schleimhäuten der Luftwege ab, welche beim Koks- und Steinkohlendampf oft mehr bräunlichroth ist.[38])

Nachweis des Kohlenoxyds im Blute. Hierher gehört 1) das Verhalten des Blutes vor dem Spectralapparate; ist das Blut kohlenoxydhaltig, so werden die beiden Blutbänder durch Zusatz von Schwefelammonium nicht verändert, während die Streifen des normalen Blutes in ein einziges breites Band übergehen und verschwinden. Das Reductionsmittel (ausser Schwefel-Ammonium (Hoppe-Seyler) auch Zinnchlorür oder die Stokes'sche Flüssigkeit: Eisenvitriollösung, Weinsäure und Ammoniak)[39]) nimmt nämlich die Streifen des Sauerstoff-Hämoglobins weg, lässt aber die des Kohlenoxyd-Hämoglobins unberührt. Die Streifen des Sauerstoff-Hämoglobins sind übrigens denen des Kohlenoxyd-Hämoglobins äusserst ähnlich und unterscheiden sich nur in ihrer Lage etwas von einander. Den Sauerstoff treibt das Kohlenoxyd nur partiell aus.

Interessant ist das Verhalten des Kohlenoxydbluts gegen Kupferchlorür-Chlorammonium $Cu_2Cl_2 + 2NH_4Cl$; behandelt man das Blut mit diesem Reagens, so verschwinden die Absorptionsstreifen vollständig. Diese Beobachtung dürfte schon zu der Auffassung führen, dass es sich bei der Absorption des Kohlenoxyds durch das Blut nicht um eine chemische Verbindung, sondern um eine physicalische Aufnahme handelt. Eine weitere Stütze hierfür wird durch die Aspiration des Kohlenoxyds aus dem Blute geliefert, ein Factum, welches einer genauern Erörterung bedarf.

2) Die Methode, das Kohlenoxyd aus dem Blute zu aspiriren und auf dasselbe durch Palladiumchlorür zu reagiren, beruht nur auf der Thatsache, dass das Kohlenoxyd mit den Blutkörperchen keine chemische Verbindung eingeht.[40]) Diese Auffassung ist von der Kritik jahrelang und oft in nicht sachgemässer Weise angegriffen worden, bis vor Kurzem Donders[41]) bestätigte, dass das Blut, welches mit Kohlenoxyd gesättigt worden, dieses Gas sogar schon bei 0° C. verliert; er hebt ausdrücklich hervor, dass das Kohlenoxyd nicht nach vorgängiger Oxydation zu Kohlensäure als solche entweiche, vielmehr enthalte die durch das Blut getriebene Luft keine Spur von Kohlensäure, wenn letztere

vorher durch einen genügenden Strom von Kohlenoxyd vollkommen aus dem Blute entfernt war.

Zuntz[42]) hat die betreffenden Versuche mit Erfolg wiederholt, indem er das mit Kohlenoxyd gesättigte Blut in den auf 37—42° C. erwärmten Recipienten der *Pflüger*'schen Pumpe brachte. Es erfolgte anfangs eine ziemlich lebhafte Gasentwicklung, welche aber erheblich geringer war als bei normalem Blute. Nach wiederholtem Pumpen, wobei das Blut zuletzt auf 60° C. erhitzt worden, wurde constatirt, dass das Blut den Stokes'schen Streifen des gasfreien Hämoglobins zeigte, welcher nach Zulassung von Luft sofort dem des Oxy-Hämoglobins wich: keine Spur von Zersetzung des Hämoglobins war spektroskopisch nachweisbar.

Es wurden 31,65 C.-C. Hundeblut von 1071 spec. Gew. ausgepumpt.

Bei 40° C. wurden gewonnen = 4,607 C.-C. CO (0° und 1 m.)
„ 60° C. „ „ = 0,998 „ CO
In toto = 5,605 C.-C. CO,

das ist = 17,7% des Blutvolumens.

Warum frühere Beobachter das CO nicht aus dem Blute auspumpen konnten, rührt, wie *Zuntz* richtig bemerkt und worauf wir stets hingewiesen haben, daher, dass sie aufhörten zu pumpen, wenn die entweichenden Gasmengen minimal wurden, während sich fast das ganze gewonnene Kohlenoxyd aus diesen minimalen Quantitäten allmählig ansammelt.

Was nun das Reagens auf CO betrifft, so ist der Einwand, dass auch andere Gase die Palladiumchlorürlösung schwarz färben, irrelevant, da das Gas, ehe es die Palladiumchlorürlösung durchstreicht, vorher concentrirte Schwefelsäure und Bleiacetatlösung zu passiren hat, wodurch etwaige Kohlenwasserstoffe resp. Ammoniak und Schwefelwasserstoff zurückgehalten werden.[43])

Wichtiger ist der Einwurf, dass Acetylen, welches möglicherweise bei einer unterdrückten Verbrennung auftreten kann, dieselbe Reaction auf Palladiumchlorürlösung ausübe. Lassen die Umstände das Auftreten dieses Gases vermuthen, so unterliegt eine vorhergehende Absorption des aus dem Blute ausgetriebenen Kohlenoxyds mittels einer salzsauren Kupferchlorürlösung keinen Schwierigkeiten. Bekanntlich wird Acetylen nur von einer alkalischen oder ammoniakalischen Kupferchlorürlösung aufgenommen. Durch Erwärmen oder Sieden der salzsauren Kupferchlorürlösung kann, wenn es in der obigen Weise benutzt worden, das Kohlenoxyd wieder ausgetrieben werden; man lässt es dann durch die Palladiumchlorürlösung streichen, in welcher es sich durch den Niederschlag von zarten, glänzenden, schwarzen Plättchen von Palladium zu erkennen gibt, da bekanntlich Kohlenoxyd das Palladiumchlorür zersetzt.

Das Misslingen des Nachweises von CO durch Palladiumchlorür bei geringen Mengen dieses Gases beruht nur auf einer unzulänglichen Handhabung des Reagens; es ist nämlich nicht hinreichend, dass das Gas bloss die Flüssigkeit durchstreicht, man muss vielmehr dasselbe einen Liebig'schen Kaliapparat, welcher mit verdünnter angesäuerter Palladiumchlorürlösung angefüllt ist, passiren lassen.*)

Ist das Kohlenoxyd nur spurweise vorhanden, so reicht auch der Kugelapparat nicht mehr aus: man muss dann das zu untersuchende Gas in eine Absorptionsröhre über Quecksilber bringen und mittels einer gebogenen Pipette die Palladiumchlorürlösung in die Absorptionsröhre geben.

Selbst minimale Mengen des Gases geben sich noch durch eine schwarze, glänzende oder spiegelnde Oberfläche der Palladiumchlorürlösung zu erkennen, und grade in dieser Thatsache liegt der grosse Vorzug dieser Methode.

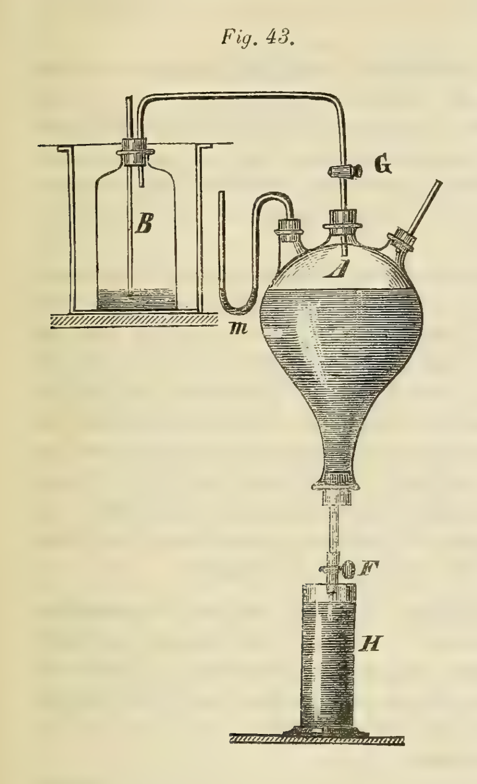
Kupferchlorürlösung, mag sie ammoniakalisch oder salzsäurehaltig sein, absorbirt zwar CO, ohne jedoch eine Farbeveränderung oder sonstige Reaction wahrnehmen zu lassen: zum Nachweise von CO ist es daher weniger geeignet als Palladiumchlorür.

---

*) Auch die richtige Darstellung des Reagens ist sehr wichtig. Man löse 5 Th. Palladiummetall in Königswasser auf und dampfe im Wasserbade bis zur Trockene ein. Um die Salpetersäure zu zerstören, übergiesse man die trockene Masse noch einige Male mit Salzsäure und dampfe wieder ein: man wiederhole diese Procedur so lange, bis sich Dämpfe von Untersalpetersäure nicht mehr zeigen: die trockene Masse wird schliesslich in 96 Th. Wasser gelöst. Die Lösung muss die Farbe eines dunkeln Madeiraweines haben, wenn sie zur Absorption von CO dienen soll. Für qualitative Untersuchungen reichen grössere Verdünnungen aus: 1 C.-C. Lösung (= 1,19 Grm.) enthält ca. 0,19 Grm. metallisches Palladium.

Bezüglich der Absorptionsfähigkeit des Blutes für Kohlenoxyd wurde noch folgender Versuch gemacht: 1500 C.-C. frisches defribinirtes Ochsenblut wurde in einen Absorbator (Fig. 43 *A*) gegeben und letzterer mit der Glocke *B*, welche mit CO gefüllt war, verbunden. Durch Oeffnen der Hähne *F* und *G* wurde das Blut aus dem Absorbator in den Messcylinder *H* gelassen, dadurch aber in den Absorbator ebenso viel CO zum Blute gebracht und zwar bis zur Gleichstellung des Niveaus in der Glocke (*B*) und im Absorbator (*A*), wodurch im Manometer (*M*) das mit Indigo gefärbte Wasser ebenfalls sich in's Niveau stellte. Nun werden beide Hähne (*F* und *G*) geschlossen. Es waren 390 C.-C. Blut in den Messcylinder (*H*) abgeflossen, also 390 C.-C. CO zum Reste des Blutes im Absorbator getreten, wodurch sich ein Verhältniss des Blutes zum CO im Verhältniss von (1500 — 390) : 390 = 1110 C.-C. Blut : 390 C.-C. CO herausstellte.

Fig. 43.



Von einer Absorption des Kohlenoxyds konnte anfangs nichts wahrgenommen werden, da die Flüssigkeit im Manometer nicht nach dem Absorbator zu stieg; wurde jetzt der Apparat geschüttelt, so dass die Oberfläche des Blutes dem CO gegenüber vermehrt wurde, so fand eine Absorption statt, welches sich durch ein Steigen der Manometerflüssigkeit nach dem Absorbator (*A*) hin kund gab.

Nach einiger Zeit stellte sich jedoch die Manometerflüssigkeit wieder in's Niveau. Durch ein abermaliges Schütteln fand wiederum eine Absorption statt und die Manometerflüssigkeit stellte sich ebenfalls nach einiger Zeit wieder in's Niveau. Dieses Steigen und Fallen der Manometerflüssigkeit konnte 36 Stunden lang durch Schütteln bewerkstelligt werden. Nach dieser Zeit wurde die Manometerflüssigkeit nach aussen zu gehoben, so dass sie zuletzt überfloss.

Hieraus geht hervor, dass das Blut Kohlenoxyd unter Deplacirung der Blutgase absorbirt, aber allmählig in Kohlensäure verwandelt wird, welche schliesslich das Ueberfliessen der Manometerflüssigkeit bedingte und als solche nachgewiesen wurde.

1200 C.-C. Blut wurden mit 500 CO zusammengegeben. Nach der Absorption (24 Stunden) enthielten die 500 C.-C. Gas 0,187 Grm. CO_2. Durch Palladiumchlorür konnte in den 500 C.-C. Luft kein Kohlenoxyd nachgewiesen werden.

Dass CO im Blute allmählig in Kohlensäure übergeht, hat zuerst *Pokrowsky* experimentell nachgewiesen.[44]) Dieser Process beruht auf einer successiven Oxydation von CO durch den absorbirten Sauerstoff und muss selbstverständlich im lebendigen Blute rascher vor sich gehen als im todten.

Wird aber kohlenoxydhaltiges Blut binnen einer so kurzen Frist eingetrocknet, dass dem CO keine Zeit geboten wird, sich allmählig in Kohlensäure umzuwandeln und als solche auszutreten, so bleibt CO selbst noch Monate lang in dem eingetrockneten Blute unverändert erhalten, weil durch dessen Beschaffenheit dem Eindringen des Sauerstoffs, somit dem Oxydationsprocesse, vorgebeugt wird.[45])

3) Eine dritte Methode des Nachweises von CO im Blute besteht in der Behandlung desselben mit Aetznatronflüssigkeit von 1,3 spec. Gew., wobei sich die Haltbarkeit der rothen Farbe des Blutes documentirt.[46]) Während das normale Blut hierbei eine schwarze schleimige Masse liefert, erhält man beim Kohlenoxydblut eine geronnene Masse von rother Farbe, welche, in dünnen Streifen auf Porcellan betrachtet, mennig- bis zinnoberroth erscheint.

Setzt man zu 2 Th. Aetznatronflüssigkeit 2½ Th. Chlorcalciumflüssigkeit (1 : 3), so

entsteht beim CO-Blute eine schöne Carminröthe, beim normalen Blute eine hellbraune bis braunrothe Farbe.[47])

Diese Methode verliert selbstverständlich an Werth, wenn das Kohlendunstblut die rothe Farbe nicht in einem exquisiten Grade darbietet, was namentlich bei der gleichzeitigen Einwirkung von schwefliger Säure oder grosser Mengen Kohlensäure der Fall ist.

Bei Behandlung der Folgen von Kohlenoxyd- resp. Kohlendunstvergiftung kann von Antidoten nicht die Rede sein. Bei Asphyktischen handelt es sich zunächst um die Wiederherstellung der Respiration; die Marshall-Hall'sche oder Silvester'sche Methode sollten hier nie umgangen werden; man verbinde damit unter Umständen die äussern Reizmittel, indem man von kalten Begiessungen, Bürsten, Frottiren u. s. w. nöthigenfalls bis zur Reizung des N. phrenicus mittels des Inductionsapparats schreitet.

Da die Elimination des Kohlenoxyds die Hauptindication bilden muss, so ist der grösste Werth auf die künstliche Respiration zu legen, welche eben durch die mechanischen Manipulationen einzuleiten ist; diese Methode hat den grossen Vortheil, dass sie sofort an Ort und Stelle auszuführen ist. Sobald die Inspirationen beginnen, sollte man dann womöglich die Inhalation von Sauerstoff bewirken, um theils einer energischen Austreibung des Kohlenoxyds zu genügen, theils die Oxydation des im Blute noch vorhandenen Kohlenoxyds zu befördern. In einem concreten Falle von intensiver Intoxication waren die Erfolge so überraschend, dass diese Methode niemals vernachlässigt werden sollte; wir halten daher die Sauerstoff-Inhalation für ein souveränes Mittel bei dieser Vergiftung. Als letzter Versuch bleibt die Transfusion übrig.[48])

In sanitärer Beziehung sind wegen der sehr giftigen Eigenschaften des Kohlenoxyds alle Processe, bei denen es auftritt, mit Strenge zu überwachen. Hierher gehören hauptsächlich diejenigen chemischen Operationen, welche eine Erzeugung von CO zur Folge haben und wo das Gas in so geringer Menge auftritt oder mit so vielen fremden Gasen vermischt ist, dass es als Brennmaterial keine Verwendung finden kann.

Es ist hier namentlich die Industrie der Phenylsäurefarben (Corallin, Phenylroth, Phenylblau, Phenylviolett) anzuführen. Man lässt hierbei ein Gemisch von Oxalsäure und concentrirter Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur auf Phenylsäure (Carbolsäure) einwirken, wobei sich stets CO entwickelt: das Gas enthält aber so viel Kohlensäure, dass es als Brennmaterial nicht zu benutzen ist; andererseits ist aber auch die Ableitung desselben in den freien Fabrikraum nicht zu gestatten. Man leitet es am besten durch besondere Leitungsröhren und unter den geeigneten Sicherheitsmassregeln unter den Rost der Feuerung.

Bei der Bereitung des Acetons aus essigsaurem Calcium oder Natrium unter Zusatz einer geringen Menge Kalk sowie aus einer Mischung von Bleizucker und Kalk tritt stets CO auf: es ist deshalb unzulässig, die Destillationsapparate mit der Kühlvorrichtung so zu verbinden, dass die nicht condensirbaren Gase frei in den Fabrikraum entweichen können. Das CO tritt hier oft in so bedeutender Menge auf, dass es entzündet werden kann; ausserdem ist es stets mit Sumpfgas vermischt.

Sollen die Gase unter die Feuerung geleitet werden, so ist dies mit der grössten Vorsicht zu bewerkstelligen, da sonst heftige Explosionen unvermeidlich werden: es ist dabei stets ein Gassammelkasten nebst Drahtbündeln oder Sicherheitssieben im Ableitungsrohre nach der Feuerung zu gebrauchen; letztere wirken wie das Drahtnetz der Davy'schen Sicherheitslampe (s. Holzgeist).

In bewohnten Räumen stammt das Kohlenoxyd entweder vom Leuchtgase (s. Leuchtgasfabrication), das undichten Leitungen entströmt, oder von den Feuerungsgasen her.

Velpeau hat 1865 zuerst eine Beobachtung von Carret über eine neue Epidemie in Savoyen mitgetheilt, welche man als „Meningitis cerebro-spinalis,

Typhus cerebralis und Febris remittens gravis" angesehen habe, die aber nur Intoxicationen von dem den eisernen Oefen entströmten Kohlenoxyd gewesen wären.[49])

Diese Bedingungen fehlen aber beim glühenden Ofen, bei dem ein Austritt des im Ofen gebildeten Kohlenoxyds durch das Gusseisen um so weniger möglich ist, als hier ein kräftiges Saugen resp. ein starker Zug, also das Gegentheil von Druck, stattfindet; ausserdem entwickeln sich bei einem ergiebigen Luftzuge kaum Spuren von Kohlenoxyd im Ofen.[50])

Trotzdem begegnet man stets der Warnung vor glühenden Oefen als einer Quelle von Kohlenoxyd in bewohnten Räumen; schon sehr viel Unheil würde entstanden sein, wenn diese Auffassung begründet wäre. Bei armen Familien wird im Winter der Ofen sehr häufig glühend erhalten, weil sie darauf angewiesen sind, ein lebhaft unterhaltenes Feuer in ihren kleinen Verbrennungsapparaten zu behalten; aber grade bei den ärmeren Ständen finden sich im Allgemeinen viel weniger Intoxicationen durch Kohlenoxyd, weil sie weniger Veranlassung finden, die Feuerung zu beschränken, sondern bemüht sein müssen, die Störungen derselben baldigst zu heben. Nur dann kann sich CO bilden, wenn sich Staub auf glühenden Eisenflächen ablagert; unter den gewöhnlichen Verhältnissen ist jedoch die Menge desselben so gering, dass von schädlicher Einwirkung kaum die Rede sein kann; in Schulen, Tanzlocalen und in den meisten Werkstätten ist dieser Umstand aber immerhin zu beachten und deshalb vor glühenden Oefen zu warnen.

Auch bei Luftheizungen könnte dieser Fall eintreten, wenn der Heizapparat bei unzweckmässiger Construction bis zum Glühen erhitzt würde.

Dass Kohlenoxyd ganz bedeutende Krankheitsprocesse einleiten kann, ist hinreichend begründet; auch sind Kohlenoxyd-Vergiftungen mit Typhus und ähnlichen Erkrankungen selbst ärztlicherseits verwechselt worden; es ist daher von der grössten Wichtigkeit, diesem schädlichen Factor überall nachzuforschen und seine deletäre Wirkung zu verhüten. So kann z. B. bei Holzkohlenfeuerung Vergiftung durch CO in doppelter Weise stattfinden, erstens durch das während der Verbrennung gebildete CO und zweitens durch das Entweichen des in den frisch aufgelegten Kohlen enthaltenen Gases.

Die qualitative Zusammensetzung des Kohlendunstes wird stets bei ein und demselben Brennmaterial gleich sein; doch darf man selbstverständlich kein zu grosses Gewicht auf die quantitative Zusammensetzung des Kohlendunstes legen, weil die Mengenverhältnisse jeden Augenblick bei fortschreitender Verbrennung sich ändern werden. Ein stärkerer oder schwächerer Luftstrom, der Feuchtigkeitsgehalt der zuströmenden Luft, sowie die Temperatur und der Barometerstand werden die quantitative Zusammensetzung stets alteriren. Es ist die Beobachtung gemacht worden, dass bei niederm Barometerstand, z. B. auf hohen Bergen, der Kohlendunst durchschnittlich unter sonst ganz gleichen Verhältnissen kohlenoxydreicher ist.

Wird die Sauerstoffzufuhr durch ein anderes Gas, z. B. Kohlensäure, beschränkt, so kann sich um so leichter Kohlenoxyd erzeugen, wie wir beim Verbrennen von Holzkohlen in tiefen Brunnenschächten sehen. Wird in solchen tiefen Gruben ein Kohlenfeuer unterhalten, so kann sich die gebildete Kohlensäure vermöge ihres hohen spec. Gewichtes nicht aus dem Schachte erheben; sie mischt sich mit der Atmosphäre und beeinträchtigt somit den Sauerstoffgehalt derselben. Die Verbrennung wird nun eine minder energische sein, wodurch sich statt Kohlensäure grosse Mengen von Kohlenoxydgas bilden. Aus diesem Grunde ist es nicht zulässig, dass sich bei Reparaturen von Pumpen u. s. w. die zum Erwärmen der Löthkolben dienenden Kohlenfeuer auf dem Grunde des Brunnens befinden; hier ist nur das Löthen mit der Lampe zu gestatten, damit Unglücksfälle verhütet werden.

Die sogenannten Grubenbrandwetter in Bergwerken kommen im Allgemeinen nicht häufig vor, da die Verzimmerung mit Wasser gesättigt ist und sogar in dem Falle, wenn das Holz der nassen Moderfäule verfallen ist, zwar eine leichte Entzündbarkeit eintritt, jedoch die nothwendige Sauerstoffzufuhr mangelt, um einen nachhaltigen Verbrennungsprocess zu unterhalten. Solche Grubenbrände ersticken bald in sich selbst und können nur dann grössere Dimensionen annehmen, wenn sie in der Nähe der Wetterschächte resp. bei

neuer Zuführung von Sauerstoff entstehen; mit Schliessung der Wetteruug, d. h. mit Absperrung der Sauerstoffzufuhr, hört der Brand auf.

In den oberschlesischen Bergwerken kommen die Grubenbrände nicht selten vor; bekannt sind in dieser Beziehung die Fanny- und die Carolinenhütte bei Kattowitz.

Bei der Förderung des bitumenreichen Kupferschiefers treten zuweilen Selbstentzündungen ein, welche jedoch durch die Entwicklung von schwefliger Säure bald erstickt werden. Die Bergleute werden hier durch dieses Gas selbst gewarnt und bewältigen den Brand durch Abschneiden der Sauerstoffzufuhr. Dasselbe findet auch bei Schwefelkiesgruben statt; im sogenannten „brennenden Berge" der Grube Duttweiler bei Saarbrücken brennt es selbst über Tag am Ausgehende eines Flötzes; aus den Spalten der Brüche brechen Wasserdämpfe hervor und an den vollständig rothgebrannten Schieferthonen schlagen sich Salmiak und Schwefel nieder.[51])

Auf die Vegetation übt Kohlenoxyd keinen schädlichen Einfluss aus; ein Geraniumstrauch blieb einen gänzen Tag in einer Atmosphäre von CO stehen, ohne im Geringsten davon afficirt zu werden; sobald aber Kohlenoxyd mit Kohlensäure vermischt wird, fangen die Pflanzen an zu kränkeln.

Verwendung des Kohlenoxyds. Die aus den Hohöfen entweichenden Gichtgase sind nach der Art des angewendeten Brennstoffs und der verschiedenen Höhe der Temperatur verschiedene Gemenge von Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure und Stickstoff. Sie sind so massenhaft, dass sie zur Feuerung, namentlich als Brennmaterial bei Dampfkesseln, Schmelzöfen und ähnlichen gewerblichen Anlagen benutzt werden. Die in dieser Beziehung angestellten Versuche von *Aubertot* und *Lampadius* wurden vorzüglich durch den Bergrath *Faber du Four* zu Wasseralfingen vervollkommnet, so dass man gegenwärtig diese Gase auch zum Frischen und Schmelzen des Eisens in Flammenöfen, zum Rösten und zur theilweisen Reduction der Eisensteine und zum Puddeln des Eisens u. s. w. benutzt.

Während *Bunsen*, *Playfair* und *Ebelmen* als Chemiker auf diesem Gebiete thätig waren, hat sich *Emil Langen* um die Construction zweckmässiger Apparate zum Auffangen der Gichtgase verdient gemacht (s. Eisenindustrie).

Gegenwärtig stellt man in besondern Schachtöfen, in den sog. Gasgeneratoren, aus allen möglichen Abfällen von Holz, Kohle, Sägespänen, Torfgries u. s. w. brennbare Gase (Generatorgase) dar, welche aus verschiedenen Mengen von Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserstoff bestehen und grade wie die Gichtgase benutzt werden; man verwerthet auf diese Weise auch die geringfügigsten Brennmaterialien.

Die *Siemens*'schen Regeneratoren mit Gasfeuerung erhalten mit jedem Tage eine grössere Bedeutung für die Industrie. Sie stellen Kammern dar, die aus lose aufeinander gelegten feuerfesten Ziegeln construirt sind, um die Wärme, welche in den dem Schornstein zuströmenden Verbrennungsgasen enthalten ist, zuvor aufzufangen und als heisse Luft für die Speisung des Feuerherdes zu verwerthen; gewöhnlich sind zwei solcher Kammern vorhanden. Zwei andere Kammern dienen zur Vorwärmung des Brennmaterials, welches in dem sogenannten Generator zuvor in Gas verwandelt wird. Dieses Heizgas gelangt alsdann in die erwähnten Heizkammern, welche zur Aufspeicherung und Abgabe der Wärme dienen.

Beim Hohofenprocesse, welcher grosse Mengen von CO entwickelt, werden die sogenannten Gichtgase durch besondere Vorrichtungen aufgefangen und durch Canäle nach den Benutzungsstellen hingeführt. Da diese Gase mit einer gewissen Kraft durch die Abzüge weggeführt werden, so können undichte Stellen zur Verbreitung von CO in den Arbeitsräumen Veranlassung geben; es sind deshalb niemals genietete Blechröhren, sondern stets gusseiserne oder thönerne Röhren zu benutzen. Dabei sind die eisernen Röhren nur mittels Muffen, niemals durch Flanschen zu vereinigen, weil durch den fortwährenden Temperaturwechsel ein Ausdehnen und Zusammenziehen des Metalls stattfindet und dadurch undichte Stellen entstehen; auch bei Thonröhren ist diese Art der Vereinigung vorzuziehen. Sämmtliche Leitungen dürfen sich nie unter bewohnten Räumen oder in Kellern befinden, und zwar nicht allein wegen des möglicherweise entweichenden Kohlenoxyds, sondern auch weil leicht heftige Explosionen entstehen können, deren zerstörende Wirkung dann um so gefährlicher sein würde. — Ueber die mit dem Betreten resp. Reinigen der Dampfkessel verbundene Gefahr von Seiten der hier auftretenden Gase vergl. man Kesselstein S. 123.

Kohlenoxysulfid COS entsteht, wenn Kohlenoxyd und Schwefel durch eine glühende Röhre geleitet werden. In chemischer Beziehung steht es zwischen Kohlensäure

und Schwefelkohlenstoff. Es soll in der Thermalquelle zu Harkány im Baranyaer-Comitate vorkommen; es kann auch nach *Than*[52]) durch Zersetzung von Sulfocyankalium mittels concentrirter Schwefelsäure dargestellt werden:

$$2\,KCNS + 2\,H_2SO_4 + 2\,H_2O = K_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 2\,COS.$$

Es ist ein farbloses Gas von etwas aromatischem Geruche, das sich an einem kaum noch glimmenden Holzspan entzündet und zu Kohlensäure und schwefliger Säure verbrennt; mit Basen zerlegt es sich sofort, mit Wasser allmählig in Schwefelwasserstoff und Kohlensäure.

Bei der Darstellung des Gases für die Versuche wurde dasselbe nach *Than's* Anleitung durch 3 Uförmige Röhren geleitet, wovon die erste mit feuchtem Quecksilberoxyd eingeriebene Baumwolle zur Absorption der Spuren von Blausäure (vielleicht auch Ameisensäure), die zweite möglichst klein geschnittenen, nicht vulkanisirten Kautschuk zur Absorption des vorhandenen Schwefelkohlenstoffs, und die dritte Chlorcalcium für den Wasserdampf enthielt. Das Gas wird über Quecksilber gesammelt.

Einwirkung des Kohlenoxysulfids auf den thierischen Organismus. 1) Das nach *Than's* Anleitung dargestellte Gas wird in einen Zinkkasten, in welchem eine Taube sitzt, geleitet. Kaum ist eine Spur davon eingedrungen, als die Taube niederhockt, ihren Kopf stark in den Nacken zurückzieht, am ganzen Körper heftig zittert und den Kopf auf den Boden senkt; nach 40 Sekunden ist schon der Tod eingetreten.

Section sogleich. Hirnhäute wenig injicirt, bloss die Pia mater ist an der Basis des Gehirns und an der Med. oblong. blutreich; Lungen von normaler Farbe und nicht sehr blutreich, dagegen ist das Herz in allen Höhlen sehr stark mit flüssigem Blute angefüllt; dasselbe ist hellroth und röthet sich an der Luft noch mehr; alle grössern Venen sind ebenfalls blutreich. Im Zellgewebe des Halses einzelne stark angefüllte Venen, die Schleimhaut der Trachea blass; die Unterleibsorgane bieten nichts Besonderes dar, bloss im Mesenterium sind die Blutgefässe angefüllt.

2) Ein grosses Kaninchen sitzt im Zinkkasten. 30 Secunden nach dem Eintritt des Gases beschleunigt sich die Respiration sehr bedeutend, nach 1 M. stockt sie, während der Kopf allmählig zu Boden sinkt, nach 2 M. sehr heftige Convulsionen und häufiges Aufschreien, nach 3 M. vollständige Asphyxie. Bei der Herausnahme wird das wie leblos zusammengefallene Thier frottirt und an der Luft geschwenkt, worauf nach 1 M. einige krampfhafte Inspirationen und ein kurzes Aufschreien erfolgen; Pupille erweitert und der Herzschlag sehr stürmisch bei aufgehobener Respiration; nach 2 M. ist das Auge bei Berührung ein wenig empfindlich, unregelmässiges und rasselndes Athmen, beim Niedersetzen behält es die Bauchlage und zeigt stürmische Athmung; nach 4 M. schwache Gehversuche mit Nachschleppen der Hinterbeine; nach 5 M. grössere Unruhe, freiere und häufigere Bewegung; nach 7 M. ist der beschleunigte Herzschlag noch vorhanden, nach 15 M. ist kein auffallendes Symptom mehr bemerkbar; nach 45 M. frisst das Thier wieder.

Es konnte beim ersten Versuche kaum 1 C.-C. des Gases in den Kasten eingedrungen sein, als sich die Wirkung bereits kund gab; beim zweiten Versuche handelte es sich höchstens um 3 C.-C. Die Erscheinungen bei dieser Vergiftung erinnerten wohl an die Einwirkung von Kohlenoxyd; hiermit stimmte aber bloss die hellrothe Farbe des Blutes überein, während die Untersuchung mittels des Spektralapparats Anderes ergab. Ausser der sehr beschleunigten Respiration, der erweiterten Pupille und den sehr heftigen Convulsionen fiel beim zweiten Versuche die ausserordentlich stürmische Herzbewegung auf; auch bei der Section der Taube zeigte sich sehr starke Anfüllung des Herzens mit flüssigem Blute als die prägnanteste Erscheinung, so dass die lähmende Wirkung auf das Herz nicht zu verkennen war.

Radziejewski, welcher ebenfalls mit diesem Gase experimentirt hat, hebt hervor, dass bei einem durch dieses Gas umgekommenen Hunde das Herz, von Blut entleert, sich nicht mehr auf elektrischen Reiz contrahirte, während sich die andern Muskeln noch kräftig zusammenzogen. Er glaubt auf Grund der spektroskopischen Untersuchung annehmen zu müssen, dass COS schon während des Lebens, ohne vorher eine Spaltung erfahren zu haben, Sauerstoffmangel auf irgend eine Weise erzeuge und zwar in ähnlicher Weise, wie *Hoppe-Seyler* es von H_2S nachweise. Und doch kann in der That die Wirkung des Gases nicht mit der von H_2S verglichen werden.

An sich selbst spürte *Radziejewski*, wenn er kleine Mengen des Gases einathmete, einen Druck im Kopfe, eine Neigung zum Schwindel und ein Zusammenschnüren der

Brust, als ob für die Exspiration ein Hinderniss vorhanden wäre; er musste tief inspiriren und durch kräftige Athmungen in freier Luft sich erholen.[53])

Einstweilen bietet das Gas unleugbar theoretisches Interesse dar und fordert zu weitern Untersuchungen auf.

2) **Kohlensäureanhydrid** CO_2, gewöhnliche Kohlensäure, kommt in der Natur in freiem und gebundenem Zustande sehr verbreitet vor. Sie entsteht beim Athmungs-, Gährungs-, Fäulniss-, Verwesungs- und Verbrennungsprocesse, so dass sie „der Anfang vom Ende" genannt worden ist. Aus dem Innern der Erde strömt sie namentlich in vulkanischen Gegenden; sehr viele Gegenden haben ihre Giftthäler, Mofetten oder Hundsgrotten. Der Kohlensäuregehalt der Luft bleibt trotz aller massenhaften Zuströmungen dieses Gases ziemlich constant.

Nach den Untersuchungen von *Roscoe* zeigt selbst die Luft in der Stadt Manchester, mit der auf dem Lande verglichen, höchst unbedeutende Unterschiede; den höchsten Kohlensäuregehalt fand *Roscoe* bei einem dichten Nebel in Manchester zu 0,056, den geringsten zu 0,028 Vol.-Proc., während er 4 Meilen von Manchester im Mittel 0,0385 Vol.-Proc. und an demselben Tage in Manchester im Mittel zweier Versuche 0,039 Vol.-Proc. betrug.

Kommt die Kohlensäure in Wässern in grösserer Menge vor, so nennt man diese bekanntlich Säuerlinge.

Sie ist das mächtigste Agens beim Verwittern der Gesteine: in Braunkohlen- und Steinkohlenlagern fehlt sie nie; selbst wenn diese Kohlen gefördert sind, findet wegen des fortdauernden Oxydationsprocesses eine beständige Exhalation von Kohlensäure statt. Da Steinkohlenlager fast stets gleichzeitig mit Salzsoolen auftreten, so findet man in manchen Salzquellen die schöne Erscheinung der schäumenden Sprudel (Kissingen, Nauheim).

In Bergwerksschachten bildet sie nach dem Grade ihres Vorkommens die „matten" oder „stillen stockenden Wetter", Namen, die in den verschiedenen Gegenden sehr variiren. Auch in Erzgruben kommt sie vor, ferner in Ziehbrunnen, in Gruben mit faulender Vegetation, wie denn überhaupt die verwesenden Pflanzenüberreste eine unerschöpfliche Quelle von Kohlensäure liefern. Bei der Heizung und Beleuchtung ist sie stets mit flüchtigen Verbrennungsproducten verbunden, die von Verunreinigungen des brennenden Körpers herrühren.

Die Kohlensäure ist ein farbloses, blaue Pflanzensäfte röthendes Gas, welches säuerlich riecht und schmeckt; es ist condensirbar und 1,524 mal schwerer als atmosphärische Luft, so dass es sich aus einem Gefäss in ein anderes giessen lässt. Bei einem Drucke von 36 Atmosphären bei 0° lässt sie sich zu einer farblosen Flüssigkeit condensiren, welche bei aufgehobenem Drucke wieder in Gas übergeht, dabei aber eine ganz bedeutende Kälte (—30°) erzeugt, so dass ein Theil derselben sich in eine schneeartige Masse verwandelt.

Die eigentliche Kohlensäure ($H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$) kommt nur in Form von Salzen vor und ist eine zweibasische Säure, welche primäre oder saure und secundäre oder neutrale Carbonate bildet; nur die Verbindungen mit den Alkalien sind in Wasser löslich. Man stellt sie gewöhnlich durch Zerlegen eines Carbonats mit einer stärkern Säure dar.

Einwirkung der Kohlensäure auf den thierischen Organismus. Von einer letalen Wirkung der Kohlensäure kann nur die Rede sein, wenn Menschen oder Thiere grossen Mengen derselben ausgesetzt werden; so erfolgt plötzlicher Tod in alten Brunnen, Schachten u. s. w., in denen z. B. die Kohlensäure höchstens noch mit Stickstoff vermischt ist. Im Gegensatz hierzu ist jedoch hervorzuheben, wie leicht die Wiedergenesung erfolgt, wenn bei Inhalationen von Kohlensäure deren Menge nur allmählig gesteigert wird, wofern nur schliesslich wieder die Einwirkung der atmosphärischen Luft ermöglicht ist. So ertrug eine Taube die Einwirkung von 30% Kohlensäure, wenn ein solches Quantum in Mengen von 10% zugeleitet wurde, noch 2 Minuten lang; am Ende des Versuchs, welcher im Ganzen 12 Minuten lang dauerte, erhob sich die Taube rasch aus der Bauchlage und nach 5 M. war die Restitution vollständig.[54])

Die Kohlensäure, deren Bildung mit dem Lebensprocesse resp. Rückbildungsprocesse auf das innigste zusammenhängt, wird in uns verderblich einwirken, wenn sie bei Mangel an atmosphärischem Sauerstoff an der Ausscheidung verhindert wird und sich immer mehr im Blute anhäuft; schliesslich entsteht dann Asphyxie. Beim normalen Respirationsprocesse beruht grade die Kohlensäureausscheidung auf einem Austausch von Sauerstoff gegen Kohlensäure; der Sauerstoff muss daher in hinreichenden Mengen vorhanden sein, um die Kohlensäureausscheidung zu unterhalten. Hat sich schon in Folge der Kohlensäure-Inhalation ein asphyktischer Zustand ausgebildet, so reicht die in dem betreffenden Raume etwa vorhandene Sauer-

stoffmenge nicht mehr aus, das Leben zu unterhalten, wenn auch die Aufnahme desselben noch stattfinden sollte.

Aus den Versuchen an Thieren geht deutlich hervor, wie rasch der atmosphärische Sauerstoff die übermässig aufgenommene Kohlensäure wieder auszutreiben vermag, wenn diesem Vorgange kein anderes Hinderniss entgegentritt.

Von allen Thieren vertragen die Frösche die Kohlensäure-Einwirkung am besten; am empfindlichsten sind die Fische; man wird niemals Fische in einem Flussgebiete finden, wo eine Kohlensäurequelle vorhanden ist, in einem kohlensäurereichen Wasser sterben sie sofort; Vögel ertragen Kohlensäuremengen bis zu 2%, ehe sich die Einwirkung des Gases kund gibt.*)

Es ist daher auch erklärlich, warum in grossen Versammlungsorten, in Schulen[55]) etc. die Kohlensäure bedeutend steigen kann, ehe die Einwirkung derselben sich manifestirt; ausserdem kommen indess die organischen Beimengungen hier mit in Betracht. Kohlensäuremengen von 1,0% sind in Theatern u. s. w. nicht selten, indem hier noch die Producte der Beleuchtung meist hinzutreten. In der Grubenluft kann sich die Kohlensäuremenge bis zu 5–7% steigern, wobei aber das Erlöschen des Lichtes die Grenze anzeigt, welche beim Menschen nicht ohne Lebensgefahr überschritten werden kann. Schon 2% erzeugen Dyspnoe, Schwindel und Ohnmacht, wobei auch die Gasflammen weniger hell brennen und das Lampenlicht leicht einen röthlichen Schein annimmt (siehe S. 358).

Was die physiologische Wirkung der Kohlensäure betrifft, so ist zunächst die auf die Haut hier zu erwähnen; man beobachtet anfangs eine offenbar reizende Einwirkung, welche sich durch ein Gefühl von Wärme und Prickeln kund gibt; die Gefässlumina contrahiren sich und die Bewegung der Blutkügelchen erfolgt rascher. Bei längerer Einwirkung vermindert sich aber die Sensibilität der Haut und die Muskelcontractilität; es entsteht ein Gefühl, als ob die Haut mit Spinngewebe überzogen sei; gleichzeitig erweitern sich auch die Gefässlumina und die Blutbewegung wird eine langsame.

Beim normalen Vorgange dürfte auch die im Blute circulirende Kohlensäure das Agens sein, welches als Reiz auf das Athmungscentrum wirkt und die Inspirationsbewegungen auslöst. Traube hält sie sogar für das eigentliche Agens der Herzbewegung, indem sie auf das muskulomotorische und das regulatorische Herznervensystem erregend wirke.[56])

Eine Zunahme der Kohlensäure wird daher zunächst eine abnorme Erregung dieser Nervencentra hervorrufen, schliesslich aber das Gegentheil, Depression und Lähmung, zur Folge haben. Auf das Stadium der Reizung wird man daher den höhern oder geringern Grad der Dyspnoe, das Erbrechen, eine ängstliche Unruhe, das Trunkensein, Ohrensausen, die Kopfschmerzen und den Schwindel zurückführen.**) Bisweilen gesellt sich eine psychische Erregung, eine Art lustiger Trunkenheit mit hastiger Sprache und unruhigen Geberden hinzu oder heftige klonische Krämpfe gehen bisweilen in tetanische über; selten sind Erscheinungen von Katalepsie.

Das Stadium der Lähmung gibt sich durch Bewusstlosigkeit, Anästhesie,

---

*) Es ist übrigens auch die Kohlensäurequelle von Belang; wird das Gas aus Kreide oder verschiedenen Dolomiten entwickelt, so entsteht ein eigenthümlicher Geruch, welcher durch einen sich gleichzeitig entwickelnden Kohlenwasserstoff bedingt ist. So liefert auch ein Kalkstein von Kleinlinden bei Giessen eine Kohlensäure von einem höchst unangenehmen Geruche; leitet man sie in eine Lösung von Bleiacetat, so schlägt sich neben Bleicarbonat auch Schwefelblei nieder, ein Beweis, dass dieser Kalkstein geschwefelte Kohlenwasserstoffe enthält. Es ist daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch die in der Natur vorkommende Kohlensäure solche Verunreinigungen enthalte.

**) Der Schwindel zeigt sich besonders häufig beim Trinken kohlensäurereicher Mineralwässer und ist als „Brunnen- oder Badeschwindel“ bekannt.

Hautkälte, kaum fühlbaren Herzschlag und Athmungsschwäche kund, die rasch zum Tode führt, wenn nicht sofort für Zuleitung frischer Luft gesorgt wird. Bei der Restitution bleiben aber oft noch Kopfschmerzen, Brechneigung und Ohrensausen zurück; bei Bergleuten und bei Arbeitern in Gährungslocalen beobachtet man bisweilen gastrische Störungen.

Das beste Heilmittel besteht in kräftiger Inhalation des atmosphärischen Sauerstoffs, um die überschüssige Kohlensäure auszutreiben.

Das mit Kohlensäure überladene Blut hat eine dunkle Farbe, welche aber an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff wieder hellroth wird; nur allmählig wird es durch den Verbrauch des absorbirten Sauerstoffs und die Bildung von Kohlensäure wieder dunkel. Das mit reiner Kohlensäure gesättigte Blut zeigt im Spectralapparate den einen Streifen des reducirten Hämoglobins; wenn das Band im Roth, also der Streifen der sauren Hämatinlösung auftritt, so ist anzunehmen, dass durch das Experiment ein Uebertreten der zur Entwicklung von Kohlensäure benutzten Schwefel- oder Salzsäure veranlasst worden ist; in diesem Falle wird das Blut auch missfarbig.

Die sanitären Massregeln, welche hinsichtlich der Kohlensäure nöthig werden können, richten sich nach der verschiedenen Entwicklung derselben; man hat im gewöhnlichen Leben und in der Technik Veranlassung genug, sich vor diesem Gase zu schützen.

1) In Hinsicht auf die Fäulniss- und Verwesungsprocesse sind Bergwerke, alte Ziehbrunnen, bedeckte Gruben für Kartoffeln, Runkelrüben, vegetabilische Stoffe überhaupt u. s. w. wegen der dort angesammelten Kohlensäure sehr beachtenswerth, da ein unvorsichtiges Betreten solcher Räume nicht selten den Tod zur Folge hat.

In allen genannten Fällen muss man auf irgend eine Weise Luftbewegungen und Luftwechsel hervorrufen oder durch Absorption die Kohlensäure entfernen, ehe man solche Räume betritt. So sind z. B. in Brunnen das Abbrennen von Pulver, das Einblasen von Wasserdämpfen oder überhaupt die mechanische Bewegung der Luft nothwendig, während man zur Absorption der Kohlensäure Kalkwasser in die Brunnen schüttet oder mit Kalk gefüllte Körbe in denselben aufhängt resp. auf- und abführt.

Bei Bergwerken muss eine gründliche Ventilation dem Unglück vorbeugen; wenn Braunkohlen in einem geschlossenen Raume gelagert werden, kann nach *Bunsen* der procentische Gehalt an Kohlensäure 7,44 betragen und zwar bei 82,35 N und 10,21 O. Die „matten Wetter" einer Braunkohlengrube enthielten 2,83 % Kohlensäure, 13,80 O und 83,37 N.[57])

In alten Lohgruben bildet sich neben Kohlensäure meist Schwefelwasserstoff; in Grabgewölben ist Kohlensäure stets vorwaltend, namentlich wenn es sich um unterirdische Grüfte handelt; nur unter Umständen kann auch Schwefelammonium vorhanden sein, das sich dann durch das Schwarzwerden der Vergoldungen oder Malereien der Kapellen, welche über den Grüften errichtet sind, verräth. Ueberirdische Grabgewölbe sind bei hinreichendem Luftzuge in der Regel ungefährlich.[58])

2) Hinsichtlich des Keimprocesses muss man a) den reinen Keimprocess, das Malzen, unterscheiden. Hier entwickelt sich in den betreffenden Bottichen, wo das Keimen stattfindet, sowie in dem späterhin haufenförmig aufgeschütteten Getreide beständig Kohlensäure, aber nur im erstern Falle massenhaft; deshalb dürfen die Bierbrauer den Malzkeller nur mit grosser Vorsicht betreten.

In diesem Falle müssen die gegenüberstehenden Kellerluken vorher geöffnet werden; auch darf man nie unterlassen, das Vorhandensein der Kohlensäure mit einem brennenden Lichte zu ermitteln; diese Vorsicht ist überall anzuwenden, wo man die Anhäufung von Kohlensäure zu befürchten hat. Bei welchem Procentgehalte der Luft an CO_2 das Erlöschen eines brennenden Lichts geschieht, wurde durch folgendes Experiment ermittelt. Die Luft, in welcher eine brennende Kerze erlosch, wurde aspirirt; das Gas durchströmte zunächst behufs Entwässerung eine Chlorcalciumröhre und dann eine Kalilösung in einem Liebig'schen Kaliapparat. Die CO_2 wurde durch das Gewicht direct bestimmt und in Volumina umgesetzt. Beim ersten Experimente ergaben sich 2,76 Vol.-Proc., beim zweiten 2,9 Vol.-Proc. CO_2; das Licht erlosch somit, wenn die Atmosphäre durchschnittlich 2,83 Vol.-Proc. CO_2 enthielt. Die Annahme

von *Taylor*, dass ein Licht noch in einer Atmosphäre von 10 % Kohlensäure zu brennen vermag, dürfte hiernach zu hoch bemessen sein.

b) Der unterdrückte Keimprocess kommt bei der Darstellung der Weizenstärke nach der ältesten Methode vor; dies geschieht häufig in Cysternen oder auch in Bottichen, indem man den Weizen dem Weichprocesse unter Wasser unterwirft.

Bei den Cysternen muss ein Abzug der Kohlensäure mittels Züge, Canäle u. s. w. etablirt werden, während bei den überirdischen Bottichen wegen des überall im Fabriklocale stattfindenden Luftzuges weniger Gefahr vorhanden ist.

3) Beim Gährungsprocesse des Weins, Biers, der Maische u. s. w. entsteht dieselbe Gefahr der Ansammlung von Kohlensäure in den betreffenden Räumen; in allen Gährkellern müssen deshalb vollständige Züge, welche mit dem Schornsteine in Verbindung stehen, angebracht werden, wenn man nicht die vorhandene Kohlensäure zur Darstellung von Natr. bicarbon. benutzt, die sich schon wegen des pecuniären Gewinns empfiehlt (s. Weingeist-Industrie).

4) Beim Verbrennungsprocesse hängt die Menge der entwickelten Kohlensäure von der Zusammensetzung des angewendeten Beleuchtungs- oder Heizmaterials ab.

Nicht unbeachtet darf man die Gaskochmaschinen lassen, da sich dabei Kohlensäure bildet und in den Räumen verbreitet. Bei den sogenannten Gasöfen, welche als Heizapparate benutzt werden, wird die Luft sehr trocken und unangenehm, selbst wenn für eine vollkommene Ableitung der Gase gesorgt wird. So ist die Luft auch bei der Holzkohlenfeuerung viel trockner als bei der Steinkohlenfeuerung, eine Erfahrung, welche wissenschaftlich noch nicht aufgeklärt ist.

Da sich bei der Beleuchtung die gebildete Kohlensäure in dem zu beleuchtenden Raume verbreitet, so ist noch zu beachten, dass die Luft in unsern Wohnräumen nicht selten durch die künstliche Beleuchtung verschlechtert werden kann; auch in dieser Beziehung muss auf die Natur des Beleuchtungsmaterials Rücksicht genommen werden.

Zoch[59]) hat Leuchtgas-, Petroleum- und Oelbeleuchtung untersucht und ermittelt, um wie viel der Kohlensäuregehalt der Luft in einem Zimmer bei einer gewissen Dauer der Beleuchtung zunahm.

Berechnet man, um einen Vergleich zu ermöglichen, die Kohlensäurezunahme bei den drei Beleuchtungsarten auf den Raum von 100 Kubikmeter und auf eine Lichtstärke von 10 Normalflammen, so ergeben sich folgende Resultate für die absolute Zunahme des Kohlensäuregehaltes in der Luft:

Brenndauer in Stunden.	Kohlensäurezunahme in Procenten für		
	Petroleum:	Leuchtgas:	Oel:
1	0,0929	0,0708	0,0537
2	0,1459	0,1342	0,1038
3	0,1779	0,1513	0,1190
4	0,1811	0,1562	0,1229.

Bei gleicher Lichtstärke entwickelt somit das Petroleum noch mehr CO_2 als das Leuchtgas und dieses mehr als das Oel. Bei Petroleumbeleuchtung wurde schon bei Zunahme der Kohlensäure von 0,1779 Proc. die Luft unangenehm und unbehaglich, eine Erscheinung, welche bei gleicher Brenndauer des Leuchtgases weniger und bei Oelbeleuchtung gar nicht bemerkbar war. Da man nicht annehmen kann, dass die Kohlensäure allein diese Unbehaglichkeit veranlasst, so muss man den Grund derselben in den der Luft neben CO_2 sich beimischenden Producten der unvollkommenen Verbrennung suchen.

Vorstehende Versuche setzen die Vorzüge der guten Oelbeleuchtung ausser Zweifel, da sie die Luft am wenigsten mit fremden Beimischungen verunreinigt.

Dass sich Petroleumbeleuchtung in letzterer Beziehung am ungünstigsten stellt, soll nach *Zoch* nur eine beschränkte practische Bedeutung haben, da diese Art von Beleuchtung bei uns wenigstens nur selten durch Brennvorrichtungen erzielt werden, welche eine sehr intensive Lichtstärke und damit auch einen bedeutenden Verbrauch von Leuchtmaterial bedingen. Bei minder intensiver Lichtentwicklung werden sich aber dann an Stelle der verminderten Kohlensäure Kohlenstoff (Russ) sowie andere Producte unvollkommener Verbrennung anhäufen.

Anders verhält es sich mit der Gasbeleuchtung: die Unbehaglichkeit, welche man bei längerem Aufenthalte in mit Gas stark beleuchteten Räumen empfindet, ist allerdings theilweise auf Rechnung der unangenehmen strahlenden Wärme zu setzen, welche als eine unangenehme Beigabe der Gasbeleuchtung auftritt. Allein eine zweite Quelle dieser Unbehaglichkeit ist unbedingt die auch bei guter Ventilation kaum zu vermeidende Luftverschlechterung; für kleine Zimmer mit mangelhafter Ventilation ist daher Gasbeleuchtung sicherlich weniger geeignet und alle Nachtheile derselben werden sich hier in verstärktem Grade geltend machen.

Reinheit des Beleuchtungsmaterials ist stets ein sanitätspolizeiliches Erforderniss; so kann ein nicht gehörig gereinigtes Leuchtgas neben Kohlensäure und Wasser auch noch schweflige Säure erzeugen (s. Leuchtgasfabrication).

Petroleum wird bisweilen durch Halogene, namentlich durch Chlor und Fluor gereinigt; bleiben Reste davon im Petroleum zurück, so treten stets die Wasserstoffverbindungen derselben als Begleiter der Verbrennungsproducte auf. Viele Petroleumsorten (Brennöle) kommen im Handel vor, welche aus einem Gemisch von Essenz (Petroleumnaphtha) mit specifisch schweren Kohlenwasserstoffen, mit sogen. Paraffinölen bestehen und durch sogenannte kalte Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure gebleicht werden. Findet das nachherige Waschen mit Wasser und kohlensauren Alkalien nicht sorgfältig statt, so bleiben die Oele stets schwefelsäurehaltig. Diese Oele sind alsdann einestheils durch ihren Essenzgehalt feuergefährlich und anderntheils durch die Entwicklung von schwefliger Säure während der Verbrennung für die Gesundheit und die Erhaltung der Pflanzenfarben (Tapeten, Gardinen u. s. w.) nachtheilig.

Neuerdings wird auch das Petroleumgas als Beleuchtungsmaterial benutzt; man gebraucht dazu die Destillationsrückstände, welche von schweren Oelen herrühren. Es bilden sich bei der Gasificirung neben Kohlensäure vorwaltend schweflige Säure; Schwefelwasserstoff, der in geringen Mengen auftritt, zerfällt sofort oder bei der Verbrennung in schweflige Säure. Man würde diesen Uebelstand vermeiden, wenn das Gas vorher mit Kalk gereinigt würde, was aber in den meisten Fällen nicht geschieht. Vortheilhafter sind die Petroleumrückstände zu gebrauchen, welche bei der zweiten Reinigung nach der Behandlung mit Schwefelsäure abfallen; aber auch hier entwickelt sich beim spätern Gebrauche des Gases schweflige Säure, wenn keine Reinigung durch Kalk stattfindet.

In grössern Localen, wo sich die Verbrennungsproducte in grossen Mengen ansammeln, muss man die Ventilation stets mit der Beleuchtung verbinden; diesem Zwecke entsprechen die in England gebräuchlichen Sonnenbrenner, eine Einrichtung, bei welcher sich die Beleuchtungsflammen in einer fangtrichterähnlichen Glasumhüllung befinden und die Verbrennungsproducte durch ein Rohr nach aussen abgeleitet werden.

5) Durch den Respirationsprocess der Menschen und Thiere sammelt sich die Kohlensäure im geschlossenen Raume an, wenn nicht für eine gehörige Ventilation gesorgt wird. Es sind Fälle genug bekannt, in welchen viele Menschen allein dadurch umgekommen sind, dass sie in einem engen Raume die Zufuhr der frischen Luft entbehren mussten.

Unter gewöhnlichen Wohnungsverhältnissen erneuert sich die Luft durch das häufige Oeffnen der Thüren und Fenster hinreichend. Stets muss man dafür Sorge tragen, dass sich hier die Luft so wenig wie möglich von den Mischungsverhältnissen der Luft im Freien unterscheide, und nur Schwankungen zwischen 0,05—0,10 Vol.-Proc. Kohlensäure sind zulässig. Nur zu oft vergisst man, dass die beständige Zuleitung einer frischen Luft für die Erhaltung der Gesundheit ebenso wichtig ist wie der Genuss der Speisen und Getränke.

Schwieriger ist es, Wohnräume, welche Tag und Nacht mit Menschen besetzt sind, z. B. Krankenhäuser, Gefängnisse u. s. w., stets mit einer normalen Luft zu versehen. Ausser der Kohlensäure sind es hier noch die organischen Materien, die schwefelhaltigen Gase und flüchtigen Fettsäuren, wie Butter- und Baldriansäure, welche durch Lunge und Haut ausgeschieden werden und einen höchst unangenehmen, muffigen Geruch erzeugen; derselbe kann vorhanden sein, ohne dass der procentische Kohlensäuregehalt der Luft bedeutend vermehrt ist.

Bei der Untersuchung der Luft auf ihren Kohlensäuregehalt gibt es nur eine Methode, welche bei möglichster Einfachheit der Apparate sehr genaue Resultate ergibt. Zu dem Ende wird die zu untersuchende Luft mittels eines Aspirators, dessen Capacität genau bekannt ist, durch ein System von Absorptionsröhren gesaugt, wovon die erste mit gereinigter trockner Baumwolle gefüllt ist, um die Staubpartikelchen zurückzuhalten; alsdann durchströmt sie ein genau abgewogenes Chlorcalciumrohr. Das

Chlorcalcium muss durch Eindampfen bei 100° gewonnen sein; die Gewichtzunahme des Chlorcalciumrohrs gibt den Wassergehalt der Luft an.

Die trockne Luft durchstreicht nun ein Gefäss mit gereinigter concentrirter Schwefelsäure; der Gehalt an organischer Substanz gibt sich sofort durch eine Färbung der Schwefelsäure zu erkennen. Tritt dieselbe nicht sogleich ein, so erscheint sie jedoch augenblicklich, wenn man die Säure bis auf 100° C. erwärmt.

Schliesslich gelangt die Luft in einen *Liebig*'schen Kaliapparat, welcher mit concentrirter Lauge gefüllt ist. Mit dem Kaliapparat ist noch ein kleines, mit geschmolzenem Kali gefülltes Rohr verbunden; letzteres dient dazu, um die aus dem Kaliapparat etwa weggeführten Wasserdämpfe und die allenfalls noch nicht absorbirte Kohlensäure zu binden. Die Gewichtszunahme des Kaliapparats und des Kalirohrs gibt den Gehalt der Luft an Kohlensäure an.

Eine derartige Analyse kann, wenn sie Genauigkeit beanspruchen soll, nur mit einem Quantum von 20 Liter Luft angestellt werden.

6) Bei chemischen Processen, wo kohlensaure Salze durch starke Säuren zerlegt werden, z. B. in der Barytindustrie oder bei Präcipitation von kohlensauren Salzen u. s. w., entwickelt sich oft Kohlensäure in sehr grosser Menge; bei der betreffenden Fabrication wird hiervon ausführlicher die Rede sein.

Als Luftverbesserer bezüglich der Kohlensäure sind die Phanerogame der Pflanzenwelt zu betrachten, indem sie die Kohlensäure als Nahrungsmittel verwenden, den Sauerstoff allmählig an die Atmosphäre abgeben und sauerstoffärmere resp. kohlenstoffreichereVerbindungen, als die Kohlensäure ist, in ihrem Innern erzeugen (s. S. 75).

Im Winter wirkt die Absorptionsfähigkeit des Bodens für die Kohlensäure sowie der reichlichere Niederschlag des atmosphärischen Wassers nach ähnlicher Richtung (s. S. 176). Die Nadelhölzer zerlegen aber auch im Winter, wenn die Vegetation ihren Ruhepunct erreicht hat, Kohlensäure und entwickeln Sauerstoff.

Die Ansicht, dass das Schlafen in Räumen, welche mit Pflanzen angefüllt sind, nachtheilig sei, ist unbegründet; es leben bekanntlich in grossen Treibhäusern Vögel ohne den geringsten Nachtheil.

Viele Pflanzen üben aber während der Blüthezeit durch die Verdunstung ätherischer Oele resp. durch den Blüthenduft, z. B. bei Jasminen, Seringen u. s. w., vorübergehend nachtheilige Einwirkung auf manche sensible Personen aus. Vielleicht hängt selbst die Entstehung des sogenannten Heufiebers, welches gewöhnlich zur Zeit der Heuernte eintritt, in einzelnen Fällen mit der Verdunstung des Cumarins aus den verschiedenen Melilotus-Arten zusammen, da Cumarin leicht Kopfschmerzen, namentlich einen heftigen Druck in der Stirngegend erzeugt. Es ist Thatsache, dass das Schlafen in frischem Heu häufig starken Kopfschmerz zur Folge hat.[60])

Immerhin wirken Pflanzen und Bäume durch Attraction der atmosphärischen Kohlensäure sehr günstig ein; Anpflanzungen von Bäumen und Strauchwerk in Städten sind daher nicht genug zu empfehlen; aber auch in grössern Versammlungsräumen, in Hospitälern, Schulen u. s. w. könnten Blattpflanzen als Luftverbesserer nützlich sein.

Chlorkohlenoxyd, Phosgengas $CO\,Cl_2$. *Davy*, welcher dieses Gas durch Mischen von Chlorgas und Kohlenoxyd darstellte, glaubte, dass zur Entstehung desselben stets die Einwirkung von Licht nothwendig sei und nannte es deshalb Phosgengas (von φῶς und γεννάω); *Regnault* hat jedoch gezeigt, dass Sonnenlicht nicht nöthig ist, wenn man trocknes Kohlenoxyd durch Antimonsuperchlorid leitet. Mit Wasser zerlegt sich das farblose Gas in Kohlensäure und Salzsäure:

$$CO\,Cl_2 + H_2O = CO_2 + 2\,H\,Cl.$$

Hieraus geht schon hervor, dass es sich bei seiner Einwirkung auf den thierischen Organismus nur um diese Gase handelt, wie auch der nachstehende Versuch beweist, bei welchem namentlich die Kohlensäure eine vorübergehende Betäubung bewirkte.

Einwirkung des Phosgengases auf den thierischen Organismus. Eine Taube, welche 14 Tage vorher schon bei einem andern Versuche benutzt worden, sass im kleinen Zinkkasten. Beim Eintritt der Dämpfe entstand sofort Husten, welcher sich fast nach jeder Inspiration wiederholte; nach 5 M. war der Schnabel nass und die Taube sehr unruhig; sie blieb aufrecht stehen, hatte 20 Inspirationen binnen ¼ M. und öffnete den Schnabel bei jeder Inspiration. Weitere Veränderungen zeigten sich nicht, nur wurde die Inspiration noch angestrengter; nach 12 M. zeigten sich binnen ¼ M. 12 krampfhafte, tiefe Inspirationen; nachdem nach 15 M. 2 Liter Gas verbraucht worden, wurde die Taube herausgenommen. Auf die Erde gesetzt, machte sie schwache Gehversuche; beim Versuche zu entfliehen stürzte sie mehrmals auf den Kopf; die Respiration ist mit Pfeifen und Schleimrasseln verbunden und beschleunigt.

Nach 5 M. 27 Inspirationen binnen ¼ M., das Athmen regulirt sich aber alsbald, ebenso schwindet die Betäubung; nach 10 M. läuft das Thier wieder frei umher. Nachkrankheiten entstehen nicht.

Kohlenstoff und Schwefel.

Schwefelkohlenstoff CS_2 wird durch Ueberleiten von Schwefeldämpfen über glühende Kohlen dargestellt, wozu man in Laboratorien eine tubulirte Steingutretorte benutzt. Er ist eine farblose, das Licht stark brechende Flüssigkeit, welche nicht unangenehm riecht, wenn sie chemisch rein ist, und bei 46° siedet; sie verbrennt mit blauer Flamme unter Bildung von Kohlensäure und Schwefligsäureanhydrid; ihre Entzündungstemperatur liegt bei 170° C. Schwefelkohlenstoff ist in Alkohol leicht, in Wasser aber sehr schwer löslich und theilt diesem einen brennenden Geschmack mit; für Schwefel, Phosphor, Fette, Harze, Theer, Oele, Jod, Kautschuk und Guttapercha ist er ein gutes Lösungsmittel. Mit den meisten Schwefelmetallen geht er eigenthümliche Verbindungen ein, wobei er die Rolle einer Säure bildet; Säuren zerlegen dieselben unter Abscheidung eines rothbraunen Oels, der Sulfokohlensäure H_2CS_3, als deren Anhydrid der Schwefelkohlenstoff zu betrachten ist.

Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf den thierischen Organismus. Auf den Boden des grossen Glaskastens, in welchem sich ein starkes Kaninchen befand, wurden 3,75 Grm. Schwefelkohlenstoff geschüttet. Das Thier reibt sofort Maul und Nase unter anhaltendem Schreien, dann Zurückziehen des Kopfes in den Nacken, Husten und sehr beschleunigte Respiration; nach 3 M. Thränen der Augen und kaum bemerkbare Respiration; nach 6 M. Zusatz von 3,75 Grm.; hierauf erhebt sich das Thier, fällt dann langsam zu Boden auf die Seite, erhebt sich aber wieder, schreit und fällt dann abermals auf die Seite; krampfhafte Bewegungen der Extremitäten gehen in allgemeine Convulsionen über. Nach 8 M. macht es in der Seitenlage unzählbare rotirende Bewegungen mit den Vorderbeinen, auf welche Schreien und convulsivische Bewegungen aller Extremitäten und starkes Zittern des Kopfes folgen; nach 10 M. bloss zitternde Bewegungen der Vorderbeine bei verengter Pupille, dann wieder rotirende Bewegungen der Vorderbeine und Zittern der Muskeln des Stammes; nach 12 M. bei verengter Pupille Zittern aller Muskeln, ein kurzes Athmen und Tod. Die Temperatur des Körpers sinkt rasch auf 18° R.

Section 14 Stunden hernach. Beim Abziehen des Felles erscheinen alle oberflächlichen Venen stark mit flüssigem, ziemlich hellrothem Blute angefüllt. Die Schädelknochen, namentlich am Hinterhaupte, mit Blut angefüllt; Dura mater mässig, Pia mater sehr blutreich; ein kleines erbsengrosses Blutgerinnsel auf den Corpora quadrig.; die Plex. ven. spin. sehr bedeutend mit flüssigem Blute angefüllt, so dass sich im Rückgratscanale viel Blut ansammelte; ebenso sind die Venen des Halses reich an flüssigem Blute. Lungen hellroth mit braunrother Marmorirung, der ganze linke untere Lungenlappen von schwarzbrauner Farbe, knistert fast gar nicht beim Einschneiden, schwimmt aber auf dem Wasser; auch das Parenchym ist an dieser Stelle schwarzbraun, compact und entleert beim Einschneiden einen blutigen Schaum, beim Zusammendrücken etwas dickflüssiges Blut; an den übrigen Stellen tritt überall auf den Durchschnittsflächen viel Schaum aus den feinsten Bronchien und aus den kleinern Venen geronnenes Blut hervor. Der feine weisse Schaum füllt auch alle grössern Bronchien bis zur Luftröhre und zum Kehlkopf aus; die ganze Trachealschleimhaut braunroth injicirt. Das ganze Herz, besonders aber der rechte Vorhof, ist mit schwarzem, geronnenem, anklebendem Blute angefüllt, nur wenig flüssiges, beinahe violettrothes Blut findet sich hier. Auch die grössern Venen sind mit geronnenem Blute angefüllt, welches sich in langen Fäden ausziehen lässt; das flüssige Blut röthet sich lebhaft an der Luft. Nach Herausnahme der Brustorgane hatten sich etwa 4 Grm. flüssiges Blut in der Brusthöhle angesammelt. Leber dunkelbraunroth mit muskatnussartiger Marmorirung, auf den Durchschnittsflächen fliesst dunkles, dickflüssiges Blut aus; Milz blassroth, beide Nieren auffallend blutreich. Schwefelkohlenstoff konnte als solcher im Blute nachgewiesen werden; durch das erwärmte Blut wurde Luft in eine Lösung von Aetzkali in Alkohol getrieben, der Alkohol im Wasserbade abgeraucht und der Rückstand mit Kupfersulfat versetzt. Es entstand ein schöner gelber Niederschlag von xanthogensaurem Kupfer, ein Beweis, dass Schwefelkohlenstoff vorhanden war. Ein mit den Dämpfen von Schwefelkohlenstoff versetztes Blut blieb mehrere Tage unzersetzt.[61])

Die Versuche an Thieren vermögen nicht das Krankheitsbild zu produciren, welches sich bei den mit Schwefelkohlenstoff beschäftigten Arbeitern in ganz bestimmter Weise kund gibt. Es zeigt sich am meisten in den Fabriken, welche

den Schwefelkohlenstoff als Extractionsmittel für Oel benutzen; in Kautschukfabriken ist die dort bisher gebräuchliche Mischung von Chlorschwefel und Schwefelkohlenstoff im Verhältniss von 1:20 vielfach durch Petroleumbenzin verdrängt worden; früher kamen deshalb die Schwefelkohlenstoff-Intoxicationen in Kautschukfabriken häufiger als jetzt vor.*)

Aus den Versuchen an Thieren geht die deletäre Wirkung concentrirter Mengen der Dämpfe auf die Nervencentren deutlich hervor, während bei Menschen die Einwirkung der kleinen, aber täglich wiederkehrenden Mengen einen bestimmten Symptomencomplex erzeugt, bei dem man häufig Stadien der Reizung und der Depression unterscheiden kann. Im Stadium der Reizung beobachtet man zunächst einen permanenten Kopfschmerz, der vorzüglich in der Schläfengegend seinen Sitz hat und bisweilen mit Schwindel und wankendem Gange verbunden ist. Nächstdem fallen die Verdauungsstörungen auf; es zeigt sich schlechter Geschmack, Ekel vor Speisen, bisweilen ein instinctives Verlangen nach fetten Speisen, häufig Uebelsein und wirkliches Erbrechen; letzteres erleichtert in der Art, dass man gleich darauf wieder Speisen zu sich nehmen kann. Auch jede Defäcation hebt für kurze Zeit die schmerzhaften Gefühle im Unterleibe, während die mit fötidem Geruche abgehenden Blähungen auf das Befinden ohne Wirkung bleiben. Eine erhöhte Empfindlichkeit der Haut äussert sich durch Jucken und bisweilen durch ein eigenthümliches Kribbeln unter den Fingernägeln. Das Allgemeingefühl ist verändert, eine reizbare, sehr ärgerliche Stimmung, die keinen Widerspruch verträgt, sowie eine grosse Empfindlichkeit gegen Geräusche mit Brausen in den Ohren machen sich entschieden geltend. Seltner ist das Zittergefühl und Vibriren der Muskeln, welches sich bei Thieren in prägnanter Weise zeigt.

In einer hiesigen Fabrik wurde bei einem Arbeiter eine acute Manie beobachtet, die sehr heftig auftrat, aber nach ein paar Tagen wieder verschwand. Geringere Grade derselben manifestiren sich durch eine grosse Geschwätzigkeit, lautes Wesen und ausgelassene Lustigkeit. Der Schlaf ist oft durch wüste Träume unterbrochen oder es ist gänzliche Schlaflosigkeit vorhanden; aber in keinem Falle wurde eine Einwirkung auf das Geschlechtssystem, die Delpech ganz besonders betont, beobachtet.[62]) Ebensowenig kamen Krämpfe, Contracturen der Gliedmassen oder allgemeine Convulsionen, welche man in französischen Fabriken wahrgenommen haben will, in hiesigen Werkstätten zur Beobachtung; dagegen sind Gliederschmerzen, namentlich in den Beinen, constante Erscheinungen.

Die Depression beginnt meist mit einer Anästhesie der Haut, die sich auch an der Schleimhaut der Mund- und Nasenhöhle sowie im äussern Gehörgange

---

*) Versuche an Thieren mit der Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel haben ergeben, dass die Wirkung der durch Wärme entwickelten Dämpfe sich wenig von der des blossen Schwefelkohlenstoffs unterscheidet; nur die salzsauren Dämpfe, die hier gleichzeitig auftraten, hatten eine milchige Trübung der Hornhaut neben erhöhter Reizung der Respirationswege hervorgerufen; deshalb reagirten auch die Thränenflüssigkeit und der Speichel sauer; die charakteristische Wirkung des Schwefelkohlenstoffs wurde im Uebrigen nicht dadurch verändert. Wenn *Delpech* ein Staphylom der Hornhaut und Iris bei einem Arbeiter dem Umstande zuschrieb, dass demselben ein Tropfen Schwefelkohlenstoff ins Auge gekommen sei, so ist diese Annahme sehr unwahrscheinlich. Den Arbeitern geräth oft Schwefelkohlenstoff in die Augen, ohne dass ausser einem heftigen Brennen bleibende Folgen zurückbleiben; weit eher ist eine derartige Wirkung dem Chlorschwefel zuzuschreiben.

zeigt;[63]) ein Kranker klagte namentlich über ein Gefühl, als ob die Zunge mit einer Haut überzogen wäre.*) Ganz besonders auffallend sind aber Gedächtnissschwäche und Verwirrung der Gedanken, so dass auch das zunächst Erlebte wieder vergessen wird. Dieser Zustand hielt bei einem Kranken ein ganzes Jahr an, auch nachdem er schon längst den schädlichen Einflüssen entzogen war. Ebenso ist eine grosse Muskelschwäche, namentlich in den obern Extremitäten, als Wirkung des Schwefelkohlenstoffs ausser Frage gestellt; bei einem kräftigen Manne blieb die rechte Hand noch 2 Monate lang nach dem Austritte aus der Fabrik in dem Grade gelähmt, dass er keinen Gegenstand mit der afficirten Hand festhalten konnte. Parese der untern Extremitäten und der Verlust des Vermögens zur Coordination der Bewegungen, wobei der Gang dem eines Tabetikers ähnlich war, sind in diesem hohen Grade nur einmal beobachtet worden.[64])

Alle nachtheiligen Folgen der Einwirkung der Dämpfe von Schwefelkohlenstoff werden aber stets gehoben, sobald die Schädlichkeit gemieden wird; mag ihre Dauer sich auch oft auf Monate und Jahre erstreckt haben, bleibende Nachtheile haben sich bisher noch niemals gezeigt.

Beachtenswerth ist ferner noch für Schwefelkohlenstoff, dass sich die Empfänglichkeit für seine Einwirkung bei allen Personen steigert, welche einmal an den Folgen derselben gelitten haben, so dass hierbei von einer Gewöhnung an die schädlichen Einflüsse niemals die Rede sein kann.[65])

Unter den verschiedenen Thieren sind Vögel, Kaninchen und Meerschweinchen sehr empfänglich für die Dämpfe von Schwefelkohlenstoff; Frösche und Katzen werden von denselben viel weniger nachtheilig berührt. Ratten, Mäuse und fast alle Insekten, namentlich die Krätzmilbe, sowie Raupen können leicht durch Schwefelkohlenstoff getödtet werden; bei letztern braucht man nur mit Schwefelkohlenstoff befeuchtete Lappen zwischen den Aesten der Bäume aufzuhängen, um sie zu betäuben. *Cloëz*[66]) empfiehlt das Mittel zur Vertilgung der Ratten und Mäuse und schlägt vor, dasselbe für diesen Zweck in ihre Gänge zu schütten. Es ist hierbei nur zu bedenken, dass die crepirten Thiere in den Gängen liegen bleiben und bei ihrer Verwesung möglicherweise die Luft bewohnter Räume verderben. *Varrentrapp* rühmt ihn als ein Vertilgungsmittel für die Motten.[67])

Schwefelkohlenstoff-Industrie.

Bei der Schwefelkohlenstoff-Industrie kommt es zunächst auf die Darstellung dieses Körpers an, welche mit massenhafter Entwicklung von Schwefelwasserstoff verbunden ist. Man gebraucht dazu eine eiserne Retorte (Fig. 44 *a*), die auf einem Gittergewölbe steht und mit einem Gemäuer umgeben ist, in welchem seitlich von der Retorte je ein Zug angebracht ist. Durch das Mannloch (*b*) wird die Retorte mit Koks oder reinen Holzkohlen gespeist und, wenn derselbe in mittler Rothgluth steht, durch die Memme (*c*) der Schwefel eingetragen, was gewöhnlich alle 10 Minuten geschieht; das Zuschütten der Kohle geschieht alle 12—24 Stunden.

Hierbei entwickeln sich viele Schwefeldämpfe; um die Einwirkung derselben auf die Arbeiter zu vermeiden, kann man den Schwefel vorher in einem besondern Gefässe schmelzen, um ihn mittels eines Rohrs durch die Memme (*c*) zufliessen zu lassen, welche

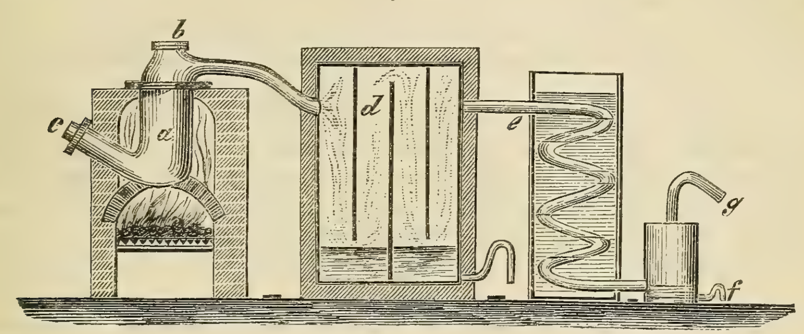
---

*) Bekannt ist, dass Schwefelkohlenstoff bei der äussern Application mittels Watte eine locale Anästhesie erzeugt. Arbeiter sind deshalb einem Taubwerden oder Eingeschlafensein der Hände ausgesetzt, wenn sie dieselben oft in Berührung mit Schwefelkohlenstoff bringen. Dieser Zustand verliert sich am schnellsten, wenn man die Hände kurze Zeit in kaltes Wasser taucht.

mit einer dicht schliessenden Klappe versehen ist, oder man trägt den Schwefel in Stücken durch ein bis auf den Boden der Retorte reichendes Rohr ein. Um diesen Belästigungen am sichersten zu entgehen, lässt man gegenwärtig statt des starren oder flüssigen Schwefels die Dämpfe von trocknem Schwefel eintreten.

Auch ist es zweckmässig, die Retorte durch eine Backsteinbekleidung vor der Einwirkung des Feuers zu schützen.

Fig. 44.



In sanitärer Beziehung ist die Condensation des sich bildenden Schwefelkohlenstoffs und die Vernichtung der nicht condensirten Dämpfe ein sehr wichtiger Act; namentlich ist der mit Schwefelkohlenstoffdampf gesättigte Schwefelwassertoff höchst übelriechend und sowohl für die Arbeiter als auch für die Adjacenten sehr belästigend; auch noch andere, noch nicht näher untersuchte flüchtige Körper bilden sich hierbei.

Die Dämpfe gelangen aus der Retorte zunächst in den Condensationskasten (*d*); in diesem befindet sich ein blecherner Kasten, dessen Boden einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt ist. Die drei Scheidewände nöthigen die Dämpfe, sich schlangenförmig fortzubewegen. Der verdichtete Schwefelkohlenstoff sinkt in dem Wasser zu Boden und kann hier durch eine Sförmig gebogene Röhre (*f*) abgelassen werden.

Die nicht condensirten Gase bestehen hauptsächlich aus kleinen Mengen Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas und grossen Mengen Schwefelwasserstoff. Dieselben ziehen an der Decke des Kastens durch ein zinnernes Rohr (*e*), welches schlangenförmig in einem Kühlfass liegt und in einen zweiten Kasten mündet, in dem sich die noch mit übergerissenen Schwefelkohlenstoffdämpfe condensiren, um hier abgelassen zu werden, während die nicht condensirten Gase durch eine besondere Röhre an der Decke dieses Sammelkastens (*g*) ausströmen, um in die Feuerung geleitet zu werden. In die Röhre legt man gewöhnlich Drahtbündel oder siebförmige Schieber, um die Gase ohne Gefahr vor Explosionen verbrennen zu können. Diese Einrichtung ist nicht nöthig, wenn die Gase, ehe sie in die Feuerung gelangen, mit Luft hinreichend vermischt worden sind, weil dann das Zurückschlagen der Flamme nicht stattfindet. Zu dem Ende nehme man ein Ableitungsrohr von 1 Zoll Durchmesser und leite dasselbe zur Mündung eines 3 Zoll weiten Steingutrohrs, das vertical in dem zur Feuerung des Schornsteins führenden Canal eingemauert ist. Durch den Zug des Schornsteins werden alle Dämpfe und Gase kräftig weggezogen, so dass Arbeiter und Adjacenten vor Gefahr und Belästigung geschützt sind.

Wichtig ist auch noch die Entfernung der Rückstände von Kohle und Schwefel aus den Retorten, damit die Arbeiter nicht zu sehr der Hitze und den Dämpfen des brennenden Schwefelkohlenstoffs ausgesetzt werden; die Entleerung der Retorten gehört nämlich zu den grössten Uebelständen dieser Fabrication, da sie häufig nothwendig und auch für die Adjacenten belästigend wird; deshalb hat *Deiss*, der sich um die Darstellung von Schwefelkohlenstoff sehr verdient gemacht hat, unten in der Retorte einen Rost angebracht und dadurch einen freien Raum geschaffen, in welchem sich die Rückstände von Schwefel und Kohle wie in einem Aschenfall ansammeln. Diese Einrichtung findet sich aber selten und hat man deshalb möglichst dafür zu sorgen, dass die Abkühlung der Retorte einigermassen erfolgt sei, bevor man zu deren Entleerung übergeht, obgleich allerdings dadurch Zeitverlust herbeigeführt wird, den die Fabricanten grade zu vermeiden suchen. Jedenfalls sollte deshalb den Arbeitern

Gelegenheit geboten werden, sich bei dieser Procedur in Kalkmilch getauchte Schwämme vor Mund und Nase zu binden.

Als Gegenmittel gegen die nachtheilige Einwirkung von Schwefelkohlenstoff hat man auch primäres Natrium- und Eisencarbonat in Lösung vorgeschlagen.

Die Reinigung des Schwefelkohlenstoffs erfolgt nach *O. Braun* am besten durch wiederholtes Abdestilliren aus reinem Oel, wobei letzteres einen höchst widerwärtigen Geruch annimmt und schwefelhaltig wird, während ein so gereinigter Schwefelkohlenstoff geruchlos ist.[68])

Die Aufbewahrung des Schwefelkohlenstoffs geschieht meist in Flaschen von verzinntem Eisenblech; grössere Vorräthe gelangen in grosse cylinderförmige Behälter von Zinkblech, welche auf Holzgestellen in isolirt gelegenen und gut ventilirten Räumen aufgestellt werden.

Das Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen vom 10. Juni 1870 schreibt ebenfalls für den Transport aus Zink gefertigte, durch aufgelöthete eiserne Reifen verstärkte Gefässe vor, die ein Gewicht von höchstens 70 Pfd. enthalten dürfen; Gefässe von starkem Eisenblech, die gehörig vernietet und in den Nähten gut verlöthet sind, dürfen ein Gewicht von höchstens 10 Centnern umfassen. Die erstern müssen in geflochtenen Körben eingeschlossen sein, während Glasgefässe nur zugelassen werden, wenn sie in Blechbüchsen mit Kleie und Sägespänen eingefüttert sind.

Es ist nothwendig, dass jede Blechflasche einen Korkstöpsel hat, der mit einem mittels Theer bestrichenen Leinwandlappen gekappt wird.

Die **technische Verwendung des Schwefelkohlenstoffs** zur Extraction von Oelen, Fetten, Harzen, Leinsamen, Mohn, Raps, Buchen, Sonnenblumen, Palmkernen, Nüssen, Ricinussamen, Hanf, Olivenrückständen (Sanza), von Presslingen der Cacaomasse, Putzlappen u. s. w. ist eine sehr ausgedehnte; nur die Mandeln eignen sich nicht zu dieser Extraction, weil die zerstossene Masse verkleistert und dann das Eindringen der Dämpfe nicht gestattet. Die verschiedenen Pressrückstände verlieren durch diese Extraction nichts von ihrem Stickstoffs resp. Nahrungsgehalt.

Die hierzu gebräuchlichen Apparate sind sehr complicirt, ohne Zeichnung nicht verständlich und können nicht in extenso beschrieben werden; es kann sich hier nur um die Principien, welche bei dieser Fabrication massgebend sind, handeln. Das Verdrängen des Oels aus den zu bearbeitenden Substanzen geschieht entweder von unten nach oben oder umgekehrt; die Bewegung des Schwefelkohlenstoffs aus einem niedern Gefässe in ein höheres wird durch directes Pumpen, durch Wasserdruck, durch Condensation oder durch Luftverdünnung bewirkt.

Das Abdestilliren des Schwefelkohlenstoffs aus dem extrahirten Rückstande wird von oben nach unten, mit heisser Luft oder auch mit einem Gemisch von Wasserdampf und Luft (namentlich bei fettigen Wollabfällen) vorgenommen, während zum Abdestilliren des Schwefelkohlenstoffs aus der Oellösung ausnahmslos der indirecte Dampf, d. h. mittels eines doppelten Bodens oder einer Schlange, zuletzt der directe Dampf dient.

In sanitärer Beziehung ist als Grundsatz aufzustellen, dass sich der Schwefelkohlenstoff stets in vollständig geschlossenen Gefässen, die nicht mittels Röhren mit der freien Luft communiciren, befinden muss. Die Bewegung der Flüssigkeit aus einem Gefäss in das andere geschehe stets durch Luftdruck, niemals durch directes Pumpen; die Apparate sind so einzurichten, dass die meisten Gefässe verdünnte Luft enthalten, damit an undichten Stellen kein Schwefelwasserstoff austreten und nur Luft eintreten kann. Die Luft, welche zum Zwecke der Luftverdünnung ausgetrieben wird, muss noch weiter verwerthet werden, da sie noch Schwefelkohlenstoff enthält, so dass der ganze Gehalt an Schwefelkohlenstoff möglichst wieder gewonnen wird und nur schwefelkohlenstofffreie Luft entweicht; sie darf nur nach der zu extrahirenden Substanz riechen.

Unter diesen Bedingungen wird die technische Benutzung des Schwefelkohlenstoffs weder den Arbeitern eine Gefahr noch den Adjacenten Belästigung verursachen.[69])

Nach diesen Principien ist die *Braun*'sche Fabrik in Moabit bei Berlin eingerichtet; sämmtliche Gefässe sind von Eisenblech, dicht genietet und luftdicht geschlossen. Ein grosses Reservoir dient für die Aufnahme des in Arbeit befindlichen Schwefelkohlenstoffs (10,000 Kilogr.), Extractionsgefässe (aufrecht stehende Cylinder) nehmen die Samen auf, Destillirgefässe mit Kühlschlangen destilliren die concentrirte Oellösung ab, während kleinere Reservoirs, zusammen von dem Inhalte des Hauptreservoirs, den abfliessenden Schwefelkohlenstoff aufnehmen; eine Luftpumpe vermittelt die Bewegung der Flüssigkeiten, da jedes Gefäss mit der Saug- und Druckseite derselben verbunden werden kann.

Zur luftdichten Beschaffenheit der Apparate muss noch eine sorgfältige Ventilation der Fabrikräume hinzukommen; wegen der specifischen Schwere der Schwefelkohlenstoffdämpfe ist, grade wie in den Phosphorzündhölzerfabriken, die Luft am Boden mittels Aspiration nach dem Souterrain hin wegzunehmen. Am ehesten geben sich auch Schwefelkohlenstoffdämpfe in den Werkstätten durch ein eigenthümliches Gefühl von Kälte und Schwere in den Beinen zu erkennen, namentlich bei denjenigen Personen, welche schon früher an den schädlichen Folgen derselben gelitten haben. Ein Bestreuen des Bodens mit Kalk, welcher die Dämpfe absorbirt, empfiehlt sich daher auch bei der rationellsten Einrichtung.

Die nach dieser Methode gewonnenen Extractionsrückstände können sehr gut verwerthet werden; die Ansicht, dass das Extractionsmittel, welches sich noch in den Rückständen befinde, Explosionen veranlassen könne, trifft nur dann zu, wenn ätherische Mittel, z. B. Petroleumessenz, zur Extraction benutzt worden sind; beim Schwefelkohlenstoff ist es unmöglich.

Die technische Verwendung des Schwefelkohlenstoffs zum Reinigen des Phosphors ist bereits erwähnt worden (s. S. 263). Eine Schwefelkohlenstofflösung von Phosphor hat man behufs Füllung von Bomben vorgeschlagen, namentlich um das Holzwerk von Schiffen zu entzünden.

Die Benutzung des Schwefelkohlenstoffs als bewegende Kraft verdankt man einem Deutschen, Namens *Salomon*, der in Baltimore in den 50ger Jahren eine Maschine von 4 Pferdekraft aufgestellt hat. Bei der Schwierigkeit, die Schwefelkohlenstoffdämpfe zu verdichten, hat diese Idee keine weitere Verbreitung gefunden.

Die Thatsache, dass beim Verbrennen von Schwefelkohlenstoff im Stickoxydgase ein sehr intensives Licht entsteht, hat *Eugen Sell* veranlasst, eine Stickstoffoxydlampe zu construiren, welche photographische Aufnahmen unabhängig vom Sonnenlichte gestattet.

Ueber die Benutzung von Schwefelkohlenstoff in der Kautschukfabrication siehe Kautschuk.

Kohlenstoff und Wasserstoff.

Bei der unendlichen Anzahl von Verbindungen dieser Art erscheint es am geeignetsten, sie nach den Kohlenstoffatomen, welche mit einander verbunden im Molecül enthalten sind, aufeinander folgen zu lassen und zwar in der Weise, dass zuerst alle diejenigen Stoffe, welche 1 Atom C enthalten, dann diejenigen, welche 2 Atome C enthalten u. s. w., abgehandelt werden.

In den einzelnen Gruppen werden zuerst die Kohlenwasserstoffe der Gruppe, dann die Halogenderivate und die Sauerstoffabkömmlinge, hierauf die schwefelhaltigen und stickstoffhaltigen Derivate beschrieben werden und zwar vorzugsweise mit Rücksicht auf diejenigen Stoffe, welche in der Industrie eine Rolle spielen, obgleich auch manche Verbindungen, die von wissenschaftlicher speciell medicinischer Bedeutung sind, nicht ausgeschlossen werden konnten; zu diesen gehört namentlich die grosse Reihe der Anaesthetica.

C_1 Gruppe.

Methylverbindungen.

Methylwasserstoff, Methan, Grubengas, Sumpfgas, leichtes Kohlenwasserstoffgas CH_4. Dieses Gas bildet sich stets bei der Verwesung organischer Substanzen, z. B. in Kohlenbergwerken, in Sümpfen u. s. w. Zur Zeit der Blüthe wird es von Pflanzen ausgeschieden; bei der trocknen Destillation, namentlich bei der Darstellung des Leuchtgases, tritt es reichlich auf.

Künstlich wird es dargestellt durch Erhitzen von Natriumacetat mit überschüssigem Natriumhydrat:

$$C_2H_3NaO_2 + NaHO = Na_2CO_3 + CH_4.$$

Es ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches 8 mal schwerer als Wasserstoff ist; es verbrennt mit blasser Flamme, mit Sauerstoff gemischt verpufft es angezündet heftig; mit 3—4 Vol. Luft explodirt es nicht, mit $5\frac{1}{2}$—6 Vol. schwach, mit 8—10 Vol. am heftigsten; mit 14 Vol. Luft ist die Explosion noch möglich, mit einer grössern Menge Luft vermischt, brennt es nur bei unmittelbarer Berührung mit der Flamme. Die Entzündungstemperatur des Methans liegt weit höher als die des Wasserstoffs, Schwefelwasserstoffs und schweren Kohlenwasserstoffs.

Die **Einwirkung des Methans auf den thierischen Organismus** ist in keiner Weise gesundheitsschädlich; entstehen nach der Inhalation Kopfschmerz, Schwindel, Betäubung und ähnliche Erscheinungen, so ist es jedenfalls mit Kohlensäure vermischt; in Kohlenbergwerken kommen derartige Gemische nicht selten vor. Je nach dem Vorwalten der Kohlensäure werden sich dann auch bei den Arbeitern mehr oder weniger Beschwerden einstellen, die durch blosses Sumpfgas niemals veranlasst werden.

Kaninchen können in einer Atmosphäre von 5 % Methan 20 Minuten lang verweilen, ohne dass man etwas Abnormes an ihnen bemerkt; da aber wegen der Leichtigkeit des Gases alle Oeffnungen der Behälter, worin sich die Thiere befinden, geschlossen werden müssen, so beschleunigt sich schliesslich die Respiration, wenn der vorhanden gewesene Sauerstoff verbraucht worden ist; schliesslich tritt der Tod nur durch Mangel an atmosphärischem Sauerstoff ein. Vom Blute wird das Gas nur in sehr geringen Mengen aufgenommen; überhaupt ist das Absorptionsvermögen des Blutes den Methylverbindungen gegenüber gering.

Nach *Richardson* sollen 70—80 % des Gases erforderlich sein, um einen anästhetischen Schlaf zu erzeugen; bei den Versuchen an Thieren wurde diese Wirkung nicht beobachtet. Wie wenig gefährlich dies Gas ist, hebt übrigens auch *Richardson* hervor, da Thiere noch 4—5 Minuten nach dem Aufhören der Athmung durch künstliche Respiration wieder ins Leben zurückgebracht werden konnten.[1])

A. Halogen-Substitutionsproducte.

1) Ein H des Methans ist durch ein Halogen vertreten.

a) **Methylchlorid, Chlormethyl** CH_3Cl kommt nur als Kunstproduct vor; man stellt es durch Methylalkohol und nascirende Salzsäure dar:

$$CH_4O + HCl = CH_3Cl + H_2O.$$

Ein farbloses Gas von ätherartigem Geruch und süssem Geschmack; es brennt mit weisser, grüngefärbter Flamme zu Kohlensäure, Wasser und Salzsäure; bei —18° ist es noch nicht condensirbar, bei 21° siedet es.

Einwirkung von Methylchlorid auf den thierischen Organismus. 1) Das Gas wurde aus 2 Grm. methylschwefelsaurem Calcium und 1 Grm. Kochsalz dargestellt und in die Glasglocke geleitet, in welcher ein Kaninchen sass. Sogleich sehr beschleunigte Respiration, Husten und grosse Unruhe, Putzen des Maules und Zurückziehen des Kopfes

in den Nacken. Nach 5 M. neue Zuleitung von Gas; sogleich Unruhe und stärkeres Putzen des Mauls, schwaches Thränen der Augen, Bauchlage und Schliessen der Augen; nach 10 M. 14 ruhige Inspir. binnen ¼ M. bei öfterm Aufhusten. Herausnahme des Thiers; es bleibt liegen, Herzschlag und Respiration (40 Inspir.) sehr frequent; nach 8 M. Putzen des Mauls und Gehversuche, die Respiration regulirt sich allmählig; nach 20 M. normale Bewegungen. Am andern Morgen ist noch ein kurzer Husten bemerkbar; Nachkrankheiten entstehen nicht.

2) Das wie oben dargestellte Gas wurde zuerst in einen Aspirator geleitet, mit Wasser gewaschen und dem kleinen Zinkkasten, in welchem eine Taube sass, zugeführt; sogleich Blinzeln mit den Augen, nach 3 M. schläfriges Aussehen bei geschlossenen Augen, nach 4 M. Anlehnen mit dem Kopfe an die Wand des Kastens, dann Bauchlage. Nach 6 M. sind 1½ Liter Gas eingeleitet; schwaches Zurückziehen des Kopfes in den Nacken bei erweiterter Pupille, Schwanken und Umfallen bei grösster Dyspnoe. Auf den Boden gesetzt, bleibt sie in der Bauchlage, beim Versuche zu stehen oder zu gehen stürzt sie auf den Kopf oder schwankt beständig hin und her. Nach 1 M. steht sie zitternd wieder aufrecht, nach 3 M. geht sie ohne Schwanken, nach 4 M. Würgen, die Respiration ist wieder normal, nur häufiges Aufhusten zeigt sich; nach 15 M. vollständige Restitution.

Wenn Richardson[2]) das Methylchlorid für ein Anaestheticum erklärt, so können wir nach den Versuchen an Thieren dieser Ansicht nicht beitreten. Eine schwache Narkose gab sich nur bei der Taube kund; die Reflexerregbarkeit blieb aber ungestört. Beim ersten Versuche war das Gas noch mit etwas salzsauren Dämpfen vermischt, die Reizung der Schleimhäute daher sehr bemerkbar. Beim zweiten Versuche gelangten ungefähr 28% des reinen Gases zur Einwirkung; hier gab sich die Reizung nur durch starkes Blinzeln mit den Augen kund; die höchst beschwerliche Respiration war schliesslich nur die Folge des grösstentheils verbrauchten Sauerstoffs, da sie sich an der freien Luft alsbald regulirte. Die Betäubung, das Schwanken, der Schwindel und das Stürzen auf den Kopf beim Gehen gehören jedenfalls der Wirkung des Radicals an.

Eine Lösung von Methylchlorid in Wasser soll nach Richardson schon zu 15 Grm. stark berauschend wirken.

b) **Methylbromid, Brommethyl** CH_3Br entsteht aus Methylalkohol und nascirender Bromwasserstoffsäure:

$$CH_4O + HBr = CH_3Br + H_2O.$$

c) **Methyljodid, Jodmethyl** CH_3J bildet sich auf eine ähnliche Weise, wenn nascirende Jodwasserstoffsäure genommen wird:

$$CH_4O + HJ = CH_3J + H_2O.$$

Beide Verbindungen stellen eine farblose Flüssigkeit von angenehmem Geruche dar, unterscheiden sich aber im Siedepuncte bedeutend. Jodmethyl siedet bei $+43^0$ und Brommethyl bei $+13^0$.

Die **Wirkung der Dämpfe von Methylbromid und Methyljodid auf den thierischen Organismus** ist ähnlich der der Chlorverbindung, aber schwächer; eine ähnliche Abstufung findet sich auch beim Chloroform, Bromoform und Jodoform. Im Allgemeinen sind die Halogenverbindungen des Methyls fester als die entsprechenden Äthylverbindungen; aus diesem Umstande resultirt auch wahrscheinlich ihre schwächere anästhesirende Wirkung.

Die **Anwendung** von Jod- und Brommethyl in der Anilinfarbenfabrication beschränkt sich auf die Darstellung der blauen Farbe aus dem Anilinroth und der grünen aus dem Anilinviolett.

2) Zwei H des Methans sind durch Cl vertreten.

Methylenchlorid CH_2Cl_2 wird durch Einwirkung von Chlor auf Methylchlorid dargestellt. Die Präparate des Handels sind selten rein. Es ist eine höchst flüchtige Flüssigkeit von starkem, ätherartigem Geruche; sie siedet bei $+39^0$ und hat ein spec. Gew. von 1,344.

Aehnlich werden **Methylenbromid** und **Methylenjodid** dargestellt.

Einwirkung von Methylenchlorid auf den thierischen Organismus. 1) Ein junges Meerschweinchen sass im Zinkkasten, in welchem ein mit 20 Tropfen Methylenchlorid

angefeuchteter Leinwandstreifen aufgehängt war: das Präparat war möglichst rein, da sein Siedepunct bei +30° lag. Sofort blinzelt das Thier mit den Augen, schüttelt sich und hustet: nach 2 M. schwankt es bei erweiterter Pupille, nach 3 M. fällt es und richtet sich wieder auf, dann fällt es nochmals, bleibt liegen und athmet regelmässig in vollständiger Anästhesie. Nach 8 M. Herausnahme des Thiers: Herzschlag beschleunigt, kurzes Zittern am ganzen Körper und ein schwaches Aufschreien; nach 4 M. oberflächliche Respiration bei unzählbarem Herzschlage: nach 7 M. geringe Empfindlichkeit der Augen und nach 8 M. bewegt es den Kopf bei aufgerichtetem Vorderkörper, während die Hinterbeine noch gespreizt und wie leblos daliegen. Nach 14 M. sitzt es wieder aufrecht, bewegt sich aber noch nicht; nach 20 M. ist der Herzschlag wieder normal, nach 1 St. die Restitution vollständig.

2) Ein ausgewachsenes Meerschweinchen sitzt im Zinkkasten, 30 Tropfen kommen zur Verdunstung; sofort Blinzeln mit den Augen und nach 2 M. etwas Husten: nach 5 M. Schwanken und Anlehnen an die Wand des Kastens, hierauf fällt es auf die Seite bei etwas beschleunigter Respiration. Zusatz von 30 Tropfen; nach 4 M. nur 15 Inspir. und nach 5 M. nur 10 Inspir. binnen $\frac{1}{4}$ M.; dann Herausnahme des Thiers. Nur ein schwacher Herzschlag verräth noch Leben, dabei ist die Pupille weit; nach 3 M. noch 3—4 Inspir. und nach 5 M. nur ein schwacher Herzschlag, der nach 10 M. kaum noch bemerkbar ist; dann erfolgt in der nächsten Minute der Tod.

Section 12 Stunden hernach. Leichenstarre stark, linke Cornea trübe und eingefallen, Pupille erweitert; Pia mater sehr blutreich, Plex. venos. spinal. von gewöhnlichem Blutgehalte. Die Lungen sind braunroth und dunkelroth gefärbt, namentlich linkerseits, ein deutliches Knistern ist nur im rechten obern Lungenlappen bemerkbar; hier tritt auf den Durchschnittsflächen beim Drucke viel feiner weisser Schaum zu Tage; in dem dunkler gefärbten und festern Parenchym muss man einen stärkern Druck ausüben, um aus den feinsten Bronchialästchen diesen feinen weissen Schaum auszupressen: nur wenig flüssiges Blut ist bemerkbar. Die Trachealschleimhaut in der Nähe der Theilung mit einer dünnen wässrigen Blutlage bedeckt; das Herz und die grössern Gefässe strotzen von geronnenem und flüssigem Blute; Leber und Nieren blutreich. Das flüssige Blut ist braunroth und röthet sich an der Luft allmählig ziemlich lebhaft; sehr viele Blutkügelchen sind ungleich und gekerbt.

Die nachtheilige Einwirkung dieses Körpers auf die Herzthätigkeit liegt auf der Hand; beim ersten Versuche trat sie anfangs stürmisch und heftig auf, während der letale Ausgang beim zweiten Versuche sich durch die progressive Abnahme des Herzschlages kund gab. Hiermit hängt die auffällige Anfüllung des Herzens und der grössern Gefässe mit Blut, welche bei der Section angetroffen wurde, zweifelsohne zusammen.

Bemerkenswerth ist das Fehlen aller convulsivischen Bewegungen; auch bei Menschen kommen Muskelcontractionen nicht vor, der einzige Vortheil, welcher diesem Anaestheticum zukommt; wegen des raschen Eintritts der Narkose hat man es besonders bei Zahnoperationen empfohlen.[3]) Die Restitution erfolgt bisweilen rasch, häufig aber auch langsam mit Eingenommenheit des Kopfes, Ekel und Erbrechen. Höchst wahrscheinlich erzeugte das Zersetzungsproduct, die Salzsäure, beim zweiten Versuche die Verdichtung des Lungenparenchyms, ein Umstand, welcher jedenfalls die Gefährlichkeit dieses Mittels mit bedingen dürfte.

In einem Hospital zu Oxford wurde Methylenchlorid in der Weise zum Anästhesiren benutzt, dass eine „geringe" Menge davon auf einer brennenden Lampe verbrannt wurde; nach 2—3 krampfhaften Athemzügen war Patientin schon eine Leiche; in diesem Falle musste salzsaures Gas sofort mit einwirken.[4])

3) Drei H des Methans sind durch Cl, Br oder J vertreten.

a) **Chloroform** $CHCl_3$ wird in England aus Holzgeist, in Deuschland und Amerika aus Alkohol dargestellt. In letzterm Falle werden 10 Kilogr. Chlorkalk mit 60 Kilogr. Wasser und 2 Kilogr. Weingeist von 0,85 spec. Gew. behandelt. Das mit Wasser überdestillirte Chloroform wird nach Trennung des erstern abermals destillirt. Die Einwirkung des Chlorkalks auf den Alkohol (C_2H_6O) ist ziemlich verwickelt; unterscheidet

man die verschiedenen Stadien derselben, so bildet sich im ersten Stadium der Reaction durch die Wirkung des Chlors auf Alkohol Acetal $C_6H_{14}O_2$ (Aldehyd des Aethyläthers):

$$3\,C_2H_6O + Cl_2 = C_6H_{14}O_2 + 2\,HCl + H_2O.$$

Das Acetal wird alsdann durch das Chlor in dreifach gechlortes Acetal übergeführt:

$$C_6H_{14}O_2 + 3\,Cl_2 = C_6H_{11}Cl_3O_2 + 3\,HCl.$$

Das Trichloracetal zerfällt unter dem Einfluss der Salzsäure in Chloralalkoholat und Chloräthyl:

$$C_6H_{11}Cl_3O_2 + HCl = C_2HCl_3O\,.\,C_2H_6O + C_2H_5Cl.$$

Chloral wird durch den Kalk des Chlorkalks in Chloroform und ameisensaures Calcium zerlegt:

$$2\,C_2HCl_3O + Ca(OH)_2 = 2\,CHCl_3 + (CHO_2)_2Ca.$$

Durch die Gegenwart von Wasser wirkt das Chlor noch auf einen Theil des Alkohols oxydirend ein und verwandelt diesen in Essigsäure, welche ebenfalls am Kalke gebunden bleibt.

Bei der Darstellung des Chloroforms aus Holzgeist wird durch die bei der Reaction entstehende Salzsäure der Methylalkohol in Methylchlorid übergeführt, welches durch die weitere Einwirkung des Chlors in Chloroform übergeht. Am reinsten wird Chloroform durch Erhitzen des Chloralhydrats dargestellt.

Chloroform ist eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit von süsslichem Geruch und kühlendem, zuckerartigem Geschmack; es ist schwer entzündlich und brennt mit grün gesäumter Flamme; es siedet bei 63,5° C. und hat das spec. Gew. 1,491 bei 17° C.; in Wasser ist es nur sehr wenig, in Alkohol und Aether leicht löslich. Reines Chloroform muss im Wasser niederfallen, ohne dasselbe zu trüben; geschieht letzteres, so enthält es Alkohol oder Holzgeist. Für Jod, Schwefel, Phosphor, Fette, Harze und Kautschuk ist es ein sehr gutes Lösungsmittel. Durch weingeistige Kalilösung wird es in der Wärme in ameisensaures Kalium und Chlorkalium übergeführt, eine Reaction, welche auch beim Nachweise des Chloroforms in Vergiftungsfällen benutzt werden kann:

$$CHCl_3 + 4\,KHO = CHKO_2 + 3\,KCl + 2\,H_2O.$$

Reines Chloroform muss das vorgeschriebene spec. Gewicht haben, ganz klar sein, darf Lakmuspapier nicht röthen, mit Silbernitratlösung sich nicht trüben (was bei freier Chlorwasserstoffsäure geschieht) und muss namentlich den vorgeschriebenen Siedepunct besitzen, weil es sonst mit Alkohol und andern Chloriden verunreinigt ist. Reines und wasserfreies Chloroform zersetzt sich, wenn es den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, äusserst schwierig; tritt jedoch Wasser mit in Thätigkeit, so bildet sich stets Salzsäure und Ameisensäure. Sogar beim Verschluss durch Kork, welcher 30—38% Wasser zu absorbiren vermag, kann dies stattfinden.

Es is nicht einmal zulässig, das Standgefäss mit einer feuchten Blase zu überziehen; häufiges Oeffnen der Standgefässe und häufiges Erneuern der thierischen Membran ist daher zu vermeiden; auch die Flaschen zum Einfüllen müssen vollkommen trocken sein.

Bei der fabrikmässigen Darstellung von Chloroform hat man in sanitärer Beziehung besonders auf die Dichtigkeit der Apparate resp. die Gasexhalationen zu achten (s. Aethylindustrie).

Die Einwirkung des Chloroforms auf den thierischen Organismus hat behufs Anästhesirung vorzugsweise medicinisches Interesse. Die hierbei vorkommenden Todesfälle hat man häufig auf die schlechte Beschaffenheit des Chloroforms geschoben, vielfach aber ohne Grund. Die häufigste Verunreinigung ist die mit Salzsäure; bei der hierdurch bewirkten Reizung der Respirationswege wird man aber bald veranlasst werden, das Mittel auszusetzen; ebenso verhält es sich mit Chlorkohlenstoff und Phosgengas, wenn diese Körper im Chloroform überhaupt enthalten sein sollten.

Nach eignen Versuchen wird das Chloroform vom Blute reichlich aufgenommen und zwar stets auf Kosten der in ihm enthaltenen Gase, d. h. der Sauerstoff des Blutes wird durch den Chloroformdampf deplacirt; je mehr das Blut nun mit dem Chloroformdampf gesättigt ist, desto mehr wird es unfähig, den atmosphärischen Sauerstoff wieder aufzunehmen. Mit diesem Vorgange verbindet sich jedoch eine directe Wirkung des Chloroforms auf die Nervencentren, die sich zunächst in den Symptomen kurzer Erregung und dann der Depression äussert; je mehr letztere zunimmt, desto mehr gibt sich die Abnahme der Herz- und Athemthätigkeit kund; es treten Cyanose, röchelnde

Athmung und Tod durch Lähmung der centralen Nervenapparate ein. Der Obductionsbefund liefert ähnliche Erscheinungen, wie sie bei der *Erstickung* vorkommen.[5]

Chloroform muss daher, um die Anästhesirung ohne Lebensgefahr zu bewirken, stets mit atmosphärischem Sauerstoff vermischt werden: es reichen hierzu 3—5 % Chloroform in der Mehrzahl der Fälle aus, obgleich auch solche Mengen bisweilen schon die Absorptionsfähigkeit des Blutes für den Sauerstoff auf eine lebensgefährliche Weise beeinträchtigen und eine nachtheilige Einwirkung auf die Nervencentren herbeiführen können.

Als *Rettungsmittel* steht erfahrungsgemäss die *künstliche Respiration* in erster Linie: stertoröses Athmen ist stets ein bedenkliches Symptom und muss zur sofortigen Sistirung der Inhalation auffordern. Ist die beginnende Asphyxie durch eine krampfhafte Constriction der M. styloglossi und stylopharyngei bedingt, dann kann ein *kräftiges Hervorziehen der Zunge* die Gefahr beseitigen.

Die Application von Reizmitteln, wie das Einspritzen von kaltem Wasser in die Nasenhöhle, das Uebergiessen mit kaltem Wasser, starkes Frottiren des Rückens oder kräftiges Schlagen mit einem in kaltes Wasser getauchten Tuche auf Gesicht, Brust und Rücken sind nicht zu vernachlässigen; in gefahrvollern Fällen schreite man aber rasch zur Laryngo- oder Tracheotomie, um die künstliche Respiration mittels eines in die Trachea eingeführten Katheters zu bewirken; nöthigenfalls könnte die Faradisirung des N. phrenicus dieses Verfahren noch unterstützen.

Der *Nachweis von Chloroform im Blute* lässt sich dadurch am besten liefern, dass man einen Luftstrom durch das Blut leitet und diesen hierauf durch ein glühendes Glasrohr streichen lässt, an dessen einem Ende sich Jodkalium-Kleisterpapier befindet. Chloroform wird hierbei in Kohle, Salzsäure und Chlor zerlegt:

$$CHCl_3 = C \,.\, HCl \,.\, 2Cl.$$

Das Chlor färbt alsdann das Jodkalium-Kleisterpapier blau.

Anwendung findet das Chloroform ausser in der Medicin in der Technik bei der Darstellung der Alkaloide und Firnisse zum Extrahiren, zum Auflösen von Phosphor, namentlich von Guttapercha, zur Bestimmung von fetten Oelen in Samen u. s. w.; bisher sind bei diesen Arbeiten nur Fälle von leichter Narkose bekannt geworden. Die sogen. Petroleum-Essenz hat das Chloroform fast ganz aus der Industrie verdrängt.

b) **Bromoform** $CHBr_3$ stellt man dar, indem man zu einer Auflösung von 1 Th. Kaliumhydrat in 1 Th. Methylalkohol Brom bis zur eintretenden Gelbfärbung zusetzt; es ist eine farblose, dem Chloroform ähnlich riechende Flüssigkeit, welche bei 12° das spec. Gew. 2,9 hat und bei 152° siedet.

Einwirkung von Bromoform auf den thierischen Organismus. 1) Ein kleines Meerschweinchen sitzt im kleinen Zinkkasten, in dessen Mitte ein mit 30 Tropfen Bromoform befeuchteter Leinwandstreifen hängt; die Respiration wird sofort frequenter; nach 5 M. Zusatz von 30 Tropfen. Putzen des Mauls und etwas Husten; nach 7 M. Senken des Kopfes und Hinfallen mit ausgestreckten Beinen. Nach 10 M. Herausnahme des Thiers in vollständiger Anästhesie; selbst die Augen reagiren auf keinen Reiz. Respiration und Herzaction normal; nach 2 M. fällt es beim Aufrichten wieder auf die Seite, nur die Vorderbeine reagiren schwach; nach 3 M. nimmt es die sitzende Stellung wieder ein und nach 5 M. bewegt es sich wieder frei und ohne allen Taumel.

2) Ein grosses Meerschweinchen sitzt im Zinkkasten; bei 30 Tropfen sogleich Blinzeln mit den Augen, Unruhe, Zittern, Schwanken; es fällt oft hin und richtet sich wieder auf; nach 4 M. Zusatz von 30 Tropfen; nach 5 M. fällt es dann wieder hin und bleibt in der Seitenlage. Nach 8 M. Herausnahme unter starkem Zittern des Körpers; nach 2 M. sind die Augen noch unempfindlich; bald darauf versucht das Thier aufzustehen, fällt aber wieder hin; erst nach 16 M. ist die Restitution vollständig.

3) Eine Taube sitzt im Zinkkasten, in den schon 60 Tropfen Bromoform eingetröpfelt worden sind; nach 4 M. Taumel und Herabsinken des Kopfes; nach 8 M. bei Zusatz von 30 Tropfen erweitert sich die Pupille und es tritt schwaches Würgen ein; nach 10 M. abermals Zusatz von 30 Tropfen, worauf sich etwas angestrengte Respiration, Blinzeln mit den Augen und kurz darauf vollständige Anästhesie zeigen. Nach 15 M. Herausnahme der Taube; erst nach 4 M. wacht sie auf, erhebt und schüttelt sich, bricht, zittert und stürzt bei Gehversuchen auf den Kopf; nach 5 M. geht sie aber wieder ohne Schwanken einher.

Bromoform erzeugt nach diesen Versuchen eine Anästhesie, welche bei der grossen Flüchtigkeit desselben von kurzer Dauer ist und sich zu medicinischen Zwecken verwerthen lässt, wenn es sich nur um geringfügige Operationen, z. B. um Zahnextractionen, handelt. Eine anämische Frau im Alter von 28 Jahren und sensibler Constitution wurde nach der Inhalation von 20 Grm. Bromoform binnen 10 Minuten so stark anästhesirt, dass ihr ohne alle Schmerzempfindung ein Zahn ausgezogen werden konnte; obgleich sie während der Operation laut weinte und wehklagte, blieb ihr doch nicht die geringste Erinnerung an die Operation zurück. Während der Narkose traten ihr alle Erlebnisse der letzten Zeit lebhaft vor Augen, eine Erscheinung, welche man bekanntlich auch bei der Chloroformnarkose beobachtet.[6]) Bei der raschen Restitution trat nicht die geringste Beschwerde ein.

c) **Jodoform** CHJ_3 wird erhalten, wenn man eine Lösung von 2 Th. Natriumcarbonat in 10 Th. Wasser unter Zusatz von 1 Th. Alkohol bis auf 60—80° erwärmt und allmählig 1 Th. Jod einträgt.

Jodoform stellt schwefelgelbe, nach Safran riechende Krystallblättchen dar, die sich bei einer Wärme von 100° unverändert verflüchtigen.

Die **Dämpfe des Jodoforms** besitzen eine schwach anästhesirende Wirkung. Auch als Desinfectionsmittel hat Jodoform **Anwendung** gefunden, indem man Zeugstreifen damit tränkte und in Krankenstuben aufhing.

Die Einwirkung beruht auf der leichten Zersetzbarkeit des Körpers, wobei sich freies Jod ausscheidet; da sich aber letzteres rasch mit organischen Substanzen verbindet, so ist auf eine nachhaltige Wirkung nicht zu rechnen.

4) Vier H des Methans sind durch Halogen vertreten.

Tetrachlorid, Chlorkohlenstoff CCl_4 oder **Zweifach-Chlorkohlenstoff**, weil er früher die Formel CCl_2 hatte, als man das Atomgewicht des Kohlenstoffs = 6 annahm.

Es bildet sich durch Einwirkung von Chlor auf erwärmtes Chloroform im Sonnenlichte und stellt eine klare Flüssigkeit von aetherartigem, an Chloroform erinnernden Geruche dar, deren Siedepunct bei 73° liegt; es wurde früher als Anaestheticum sehr gerühmt.

Einwirkung des Chlorkohlenstoffs auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glasglocke; 20 Tropfen der Flüssigkeit werden auf den Boden getröpfelt; nach 3 M. Zittern mit den Flügeln und Aufblähen; nach 4 M. grosse Unruhe, Kothabgang und Aufschlagen mit den Flügeln; nach 5 M. Putzen der Augen und schwankende Bewegungen; nach 8 M. fällt sie und bleibt in der Seitenlage bei verlangsamter Respiration wie im festen Schlafe liegen. Bei der Herausnahme nach 10 M. ist die Pupille erweitert; nach 2 M. Würgen und Erbrechen, Erheben des Kopfes, beim Versuche aufzustehen fällt sie unter Schwanken auf die Seite oder auf den Kopf; nach 3 M. bleibt sie unter beständigem Wanken stehen; nach 4 M. dreht sie Hals und Kopf fast ganz im Kreise herum, stürmische Herzbewegung und Brechwürgen; nach 10 M. ist sie anscheinend wieder hergestellt.

2) Ein grosses Kaninchen sitzt im Glaskasten; 60 Tropfen werden auf den Boden desselben getröpfelt; nach 10 M. Zusatz von 60 Tropfen, dann Schliessen der Augen, Husten, Zurückziehen des Kopfes in den Nacken, Senken des Kopfes und nach 18 M. Seitenlage. Nach 20 M. Herausnahme des Thiers bei verlangsamter Respiration und Herzbewegung, der Kopf bleibt in der Seitenlage bei aufgerichteten Ohren, Blinzeln mit den Augen; nach 6 M. sind die Augen bei der Berührung empfindlich, Reizung der Nasenlöcher ohne Wirkung; nach 8 M. offen stehende Augen bei erweiterten Pupillen; nach 15 M. bleibt es beim Berühren und Streichen noch unempfindlich, Herzschlag matt und verlangsamt, kurz darauf Erheben des Kopfes, aber erst nach 25 M. schwache Gehversuche; vollständige Restitution nach 2 Stunden.

3) Eine Taube sitzt in der Glasglocke; 20 Tropfen werden eingetröpfelt. Nach 5 M. starkes Erbrechen, nach 5 M. Bauchlage mit niedergesenktem Kopfe bei schwerer und verlangsamter Respiration, dann Seitenlage in Narkose. Nach 10 M. Herausnahme der Taube; der Herzschlag ist matt und aus den Nasenlöchern fliesst Schleim; gänzliche Anästhesie hält 3 M. lang an; unter starkem Würgen erhebt sie sich, schwankt hin und her, bis sie nach 13 M. wieder umhergeht; Erholung nach 40 M.

Sämmtliche Kohlenstoffchloride sind als Anaesthetica zu betrachten; sie wirken

analog dem Chloroform, aber schwächer als dieses, weil sie weniger flüchtig sind, während ihre irritirende Wirkung auf Herz- und Lungenthätigkeit stärker ist, aber sehr leicht in Collapsus überführt.

Smith[7], Sanson[8], Nunneley[9]) und Simpson[10] sind ebenfalls der Ansicht, dass dieses Mittel eine deprimirende Wirkung auf das Herz ausübe und daher gefährlicher als Chloroform sei; nach den Versuchen an Menschen erfolgt auch die Erholung weit später als beim Chloroform.

In der Medicin hat man die Kohlenstoffchloride auch als Reizmittel, wie Campher und ähnliche Mittel, benutzt.

B. Hydroxyl-Substitutionsproducte des Methans.

Ein H des Methans ist durch Hydroxyl (OH) vertreten.

Methylalkohol. Holzgeist $CH_3(OH) = CH_4O$, **Spiritus pyroxilicus** Holzgeist findet sich in der Natur neben Salicylsäure im Oele der Gaultheria procumbens; am häufigsten kommt er unter den Producten der trocknen Destillation von Holz, Torf, Blätterschiefer, überhaupt bei der Zerstörung der Holzfaser durch Hitze vor; er wurde von *Taylor* zuerst im Holzessig entdeckt und wird auch jetzt noch aus demselben dargestellt.

In reinem Zustande bildet der Holzgeist eine wasserhelle Flüssigkeit, welche wie Weingeist riecht und schmeckt. Mit Wasser muss er sich in allen Verhältnissen ohne Trübung mischen; trübt er sich, so enthält er ölige und harzige Substanzen. Er siedet bei 65° und hat das spec. Gew. 0,814 bei 0°. Aetherische Oele löst er; durch Aetzkali wird er sofort gebräunt, was beim Alkohol erst nach mehreren Stunden der Fall ist.

Alle Alkohole lösen Kalium und Natrium unter Wasserstoffentwicklung; Holzgeist bildet mit Natrium Natriummethylat:

$$CH_3OH + Na = NaOCH_3 + H.$$

Mit concentrirter Schwefelsäure bildet er Methylschwefelsäure CH_3HSO_4, welche mit Metallen Salze bildet. Durch Zersetzung von methylschwefelsaurem Barium mittels verdünnter Schwefelsäure stellt man diese Säure rein dar.

Einwirkung der Dämpfe von Methylalkohol auf den thierischen Organismus. 1) 15 Grm. Holzgeist wurden auf warmen Sand im grossen Glaskasten ausgegossen, in welchem ein grosses Kaninchen sass. Bei der Entwicklung der Dämpfe beschleunigte sich zuerst die Respiration und wurde dann kaum bemerkbar; ruhiges Sitzen und starkes Putzen des Mauls; nach 2 M. plötzliches Aufspringen und starkes Putzen des Mauls bei geringem Speichelfluss; nach 4 M. sind die Adern der Ohren stark erweitert; nach 7 M. Bauchlage mit übereinander gelegten Vorderbeinen; nach 10 M. erhebt es sich, schreit mehrmals auf und sinkt mit geschlossenen Augen zusammen, wobei der Kopf an die Glaswand angelehnt bleibt. Beim Stossen auf den Rücken mittels eines eisernen Stabes ist nur ein leichtes Zucken der Hinterbeine bemerkbar; die Respiration ist verlangsamt, nach 20 M. derselbe Zustand; dann Herausnahme des Thiers. Als es auf die Seite gelegt wird, erhebt es den Kopf und reagirt am ganzen Oberkörper; die Respiration vermehrt sich und nach 3 M. läuft es ohne Taumel einher.

2) Nach einer halben Stunde wurde derselbe Versuch mit demselben Erfolge wiederholt.

3) Ein Baumwollpfropfen wurde mit 40 Tropfen Holzgeist befeuchtet, in den Grund eines Trichters gelegt und dann der Kopf eines Kaninchens in letztern gesteckt. Nach 5 M. Verlangsamung der Respiration; nach 7 M. Zusatz von 40 Tropfen; nach 11 M. kurzes convulsivisches Zucken in den Extremitäten und nach 12 M. tiefe und angestrengte Inspiration mit gelindem Schleimrasseln; das Thier behält die sitzende Stellung. Zusatz von 30 Tropfen; nach 13 M. Seitenlage bei 8 Inspir. binnen ¼ M.; wenn der Trichter nur für einen Augenblick weggenommen wird, erhebt es sogleich den Kopf. Nach 15 M. Zusatz von 50 Tropfen; nach 20 M. bleibt es nach Wegnahme des Trichters ein paar Secunden in der Seitenlage bei 9 tiefen und angestrengten Inspirationen; alsbald erhebt es aber wieder den Kopf und legt ihn auf die Vorderbeine; schon nach 3 M. läuft es davon und reibt kräftig und ohne Wanken mit den Pfoten das Maul.

Die Dämpfe des Holzgeistes erzeugen somit bei ihrer Inhalation eine Reizung der Schleimhaut der Nase und Luftröhre und setzen gleichzeitig die Respirationsthätigkeit herab. Bei fortgesetzter Inhalation entsteht eine geringe, rasch vor-

übergehende Narkose, wobei die Reflexe nicht ganz aufgehoben sind; höchstens entsteht eine sehr schnell vorübergehende Anästhesie.

Im Allgemeinen ist der Holzgeist in seiner Einwirkung auf den Thierkörper dem Weinalkohol ähnlich; sollten sich noch andere Symptome zeigen, so hat man sehr auf die Reinheit des Präparats zu achten; die Handelswaare enthält nämlich häufig Xylol, Kreosot und andere Derivate, empyreumatische Oele u. s. w., wodurch natürlich die Wirkung sehr modificirt wird.

Der Holzgeist, welcher in der Industrie, namentlich in der Baumwollenmanufactur statt des Weingeistes als Lösungsmittel für manche Druckfarben, besonders der Anilinfarben, benutzt wird, ist immer unrein und kann daher durch die Verdunstung nachtheilig auf die Arbeiter einwirken, die auch thatsächlich die Folgen derselben durch Eingenommenheit des Kopfes und ein allgemeines Unbehagen verspüren. Hier kann nur durch eine kräftige Ventilation dem schädlichen Einflusse vorgebeugt werden, da schon wegen des höhern Preises ein reines Präparat nicht benutzt wird; wegen der Billigkeit verwendet man hier grade Holzgeist. Dieser Umstand übt daher in vielfacher Beziehung einen nachtheiligen Einfluss auf die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in der Industrie aus und zwar um so mehr, als der Holzgeist eine immer grössere Verbreitung findet.

Die Industrie des Methylalkohols oder Holzgeistes.

Das Rohmaterial stammt stets von der trocknen Destillation des Holzes, des Torfes oder der holzigen Braunkohle her. Wenn man die hierbei gewonnenen Producte einige Zeit ruhig stehen lässt, so bilden sich zwei Schichten, deren obere nebst Wasser und Essigsäure den Holzgeist enthält, während die untere aus Theer besteht. Die wässrige Flüssigkeit zieht man ab, filtrirt sie durch Sand und unterwirft sie in einer kupfernen Blase der fractionirten Destillation. In der ersten Portion des Destillats ist der Holzgeist enthalten, welcher durch weiteres Fractioniren über Aetzkalk und zur Entfernung des Ammoniaks mit wenig Schwefelsäure gereinigt wird.

In vielen Fabriken wird vor der Destillation mit Kalk neutralisirt; es bleibt dann essigsaures Calcium, in Wasser gelöst, in der Blase zurück. In diesem Falle kann man sich auch eiserner Retorten bedienen: ein Ueberschuss von Kalk verwandelt aber den Holzgeist leicht in ein dem Aldehydharze analoges Harz; der Kalk bildet übrigens stets harzähnliche Niederschläge, wobei sich die ganze Flüssigkeit, wenn man sich der eisernen Retorten bedient, prächtig violett färbt. Dieser Farbstoff findet bei der Darstellung der Alizarindinte Verwendung.

Der abgetriebene Holzgeist*) ist aber noch nicht rein und muss namentlich zur Darstellung von Essenzen nochmals rectificirt werden, indem man ihn mit Chlorcalcium sättigt, mittels Wasserdämpfe abtreibt, nochmals destillirt und ihm schliesslich durch Kochsalz oder verwittertes Glaubersalz das Wasser entzieht.

In sanitärer Beziehung ist hierbei sehr zu beachten, dass sich bei der ersten Trennung des Holzgeistes von den Säuren während der Destillation sehr unangenehm nach Kreosot, Theer u. s. w. riechende, aber auch höchst flüchtige (ätherische) und leicht entzündliche Dämpfe entwickeln; die Kühlschlange muss daher nothwendigerweise mit dem sogenannten Gassammelkasten (Fig. 45) verbunden werden, um die nicht condensirten Gase und Dämpfe mittels einer Röhre unter den erforderlichen Sicherheitsmassregeln in die

*) Will man Holzessig darstellen, so setzt man die Destillation fort und wechselt die Vorlage; in der Blase bleibt der Theer zurück (s. Holzessig).

Feuerung zu leiten.*) Auch bei der weitern Rectification und der Austreibung der empyreumatischen Stoffe aus dem Chlorcalcium ist diese Einrichtung zu benutzen.

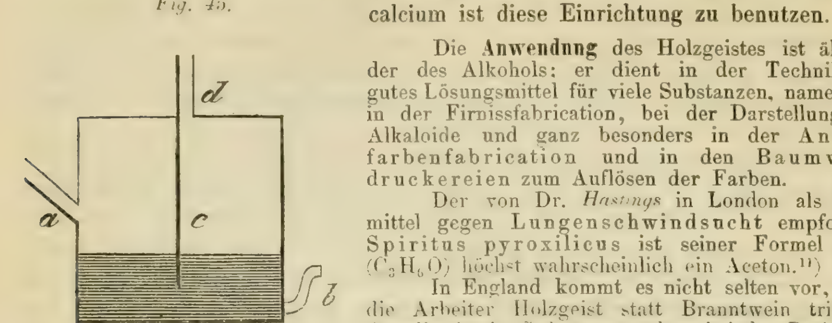


Fig. 45.

Die **Anwendung** des Holzgeistes ist ähnlich der des Alkohols; er dient in der Technik als gutes Lösungsmittel für viele Substanzen, namentlich in der Firnissfabrication, bei der Darstellung der Alkaloide und ganz besonders in der Anilinfarbenfabrication und in den Baumwolldruckereien zum Auflösen der Farben.

Der von Dr. *Hastings* in London als Heilmittel gegen Lungenschwindsucht empfohlene Spiritus pyroxilicus ist seiner Formel nach (C_3H_6O) höchst wahrscheinlich ein Aceton.[11])

In England kommt es nicht selten vor, dass die Arbeiter Holzgeist statt Branntwein trinken: dasselbe ist in Gefangenanstalten bei den Detinirten der Fall, wenn sie bei industriellen Beschäftigungen mit Holzgeist in Berührung kommen.

Methyläther, Methyloxyd, Holzäther $CH_3OCH_3 = C_2H_6O$ findet sich in der Natur im flüchtigen Oele der Gaultheria procumbens und Spiraea ulmaria. Man stellt ihn durch Destillation des Holzgeistes mit concentrirter Schwefelsäure dar; bei der Fabrication im Grossen hat man dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei den entsprechenden Aethylverbindungen zu beobachten. Dieser Aether ist ein gasförmiger Körper, der mit blassblauer Farbe brennt und bei -16^0 noch nicht verdichtbar ist; Wasser bekommt durch Aufnahme des Gases einen pfefferartigen Geschmack; in Holzgeist und Weingeist ist das Gas viel löslicher. Mit Schwefelsäure verbindet es sich zu Schwefelsäure-Methyläther $(CH_3)_2SO_4 + H_2O$. Mit Chlor geht es drei verschiedene Verbindungen ein, je nachdem 2, 4 oder 6 H durch Cl vertreten werden. Es entstehen: 1) $C_2H_4Cl_2O$; 2) $C_2H_2Cl_4O$; 3) C_2Cl_6O.

Bei der **Einwirkung der Dämpfe des Methyläthers auf den thierischen Organismus** kann eine rasch vorübergehende Narkose entstehen; die mit diesem Aether beschäftigten Arbeiter leiden oft an Kopfschmerzen, Druck in der Stirngegend und Schwindel; an der frischen Luft verschwinden die Beschwerden meistens, nur bei manchen reizbaren Individuen können sie unerträglich bleiben und zur gänzlichen Vermeidung solcher Fabriklocale nöthigen.

Die Dämpfe bilden mit atmosphärischer Luft vermischt ein explosives Gas, man hat daher schon dieses Umstandes wegen stets für ihre Beseitigung aus den Arbeitsräumen Sorge zutragen.

Die **Verwendung** des Methyläthers findet in Fabriken von Parfümerien und Liqueuren statt; er wird dort namentlich in seinen Verbindungen mit organischen Säuren benutzt.

Neuerdings hat ihn *Tellier* zur Fabrication von Eis benutzt;[12]) derselbe hält ihn bei einem Druck von 10 Atmosphären in eisernen Gefässen vorräthig; an jedem Gefässe befindet sich ein luftdicht schliessender Hahn. Sobald man den Methyläther austreten lässt, verwandelt er sich augenblicklich in Dampf und absorbirt eine grosse Menge Wärme.

Salpetersäure-Methyläther $CH_3(ONO_2) + 2HO$ entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Methylalkohol; er siedet bei 66^0 und sein Dampf explodirt schon bei 150^0 mit der grössten Heftigkeit. Dieser Aether heisst in der Technik **Methylnitrat** und hat schon zu den furchtbarsten Explosionen Veranlassung gegeben. Man hat ihn in neuerer Zeit benutzt, um das Methylanilinviolett in Grün zu verwandeln, wozu man bisher Jodmethyl gebrauchte. Methylnitrat liefert bei grösserer Billigkeit eine bedeutendere Ausbeute an schönem, wasserlöslichen **Methylanilingrün** oder **Methylgrün**. In einer französischen Fabrik sind im Jahre 1871 bereits 20,000 Kilogramm Salpetersäure-Methyläther für diesen Zweck dargestellt worden.

---

*) In Fig. 45 ist *a* das Gaszuleitungsrohr; die Zwischenwand *c* gestattet nur am untern Ende die Communication der Flüssigkeit; bei *d* werden die Gase und Dämpfe abgeleitet; das Siphon bei *b* dient zum Ablassen des Holzgeistes.

Um alles Violett vom Grün abzuscheiden, wird der erhaltene Farbkörper noch mit Chlorzink behandelt; ein solches Methylgrün stellt sehr schöne grüne Blättchen von metallischem Glanze dar. Gelbgrüne Nüancen erhält man durch Zusatz von Pikrinsäure.

Der Salpetersäure-Methyläther wirkt auf den thierischen Organismus in ähnlicher Weise wie Methyläther, nur irritirt er mehr die Schleimhäute der Respirationswege. Schon wegen seiner explosiven Eigenschaft ist der Fabricant grade wie beim Methyläther genöthigt, die Arbeitsräume möglichst frei von den Dämpfen zu erhalten.

Oxydationsproduct des Methylalkohols.

Ameisensäure, Acidum formicum $CHO(OH) = CH_2O_2$ kommt sowohl im Thier- als auch im Pflanzenreiche frei vor. Im Schweisse der Menschen findet sie sich neben Essig- und Buttersäure; das Bienen- und Wespengift soll aus freier Ameisensäure bestehen; auch in den Brennesseln ist sie als solche enthalten, während sie sich in den Fichtennadeln erst in Folge eines Verwesungsprocesses bildet. Ueberhaupt bildet sie sich als Zersetzungsproduct beim Fäulniss- und Verwesungsprocesse, ferner als Oxydationsproduct des Stärkemehls und Zuckers, bei der Oxydation stickstoffhaltiger organischer Substanzen sowie bei der Destillation bituminöser Fossilien.

Dargestellt wird sie durch Erwärmen und Zersetzung der Oxalsäure bei Gegenwart von Glycerin, wobei diese in Kohlensäure und Ameisensäure zerfällt:

$$C_2H_2O_4 = CO_2 + CH_2O_2.$$

Ganz rein erhält man die Ameisensäure durch Zersetzen ihres Bleisalzes mittels Schwefelwasserstoffs.

Die Ameisensäure ist eine farblose, ätzende Flüssigkeit, welche intensiv sauer und stechend riecht, sehr leicht in Wasser und Alkohol löslich ist und bei 101° siedet. Sie hat eine reducirende Wirkung, welche sich auf die Salze der edlen Metalle erstreckt; auch Quecksilberlösung reducirt sie, wobei sie sich einfach zu Kohlensäure oxydirt:

$$CH_2O_2 + O = CO_2 + H_2O.$$

Concentrirte Schwefelsäure verwandelt sie in Wasser und Kohlenoxyd, wobei erstere bloss durch ihre grosse Verwandtschaft zum Wasser wirkt:

$$CH_2O_2 = CO + H_2O.$$

Alle ameisensauren Salze sind in Wasser löslich, mit Ausnahme des in glänzenden, farblosen Prismen krystallisirenden Bleisalzes.

Einwirkung der Dämpfe von Ameisensäure auf den thierischen Organismus. In den Zinkkasten, in welchem ein Meerschweinchen sass, wurden die Dämpfe von 6 Grm. Ameisensäure, die ein spec. Gewicht von 1,15 hatte, eingeblasen. Die Reizung der Respirationswege gab sich sofort durch Husten und starkes Reiben der Nase kund; dabei war die Athmung sehr erschwert. Die Conjunctiva des Auges röthete sich und sonderte reichlichen zähen Schleim ab, während die Cornea ein trübes und milchiges Aussehen bekam. Nach 15 Min. langem Aufenthalte in dem Kasten zeigten sich keine weitern Gesundheitsstörungen, auch traten keine Nachkrankheiten ein.

Eine ähnliche Wirkung üben die Dämpfe auf die Arbeiter aus, bei ihrer grossen Verdünnung ist sie aber meist schwächer; am meisten wird die Haut von der flüssigen Ameisensäure afficirt, indem hier bei hinreichender Concentration Brennen, Röthe und Anschwellung erzeugt werden.

Der **Methyläther der Ameisensäure, Ameisensäure-Methyläther,** $HCOO(CH_3) = C_2H_4O_2$ (Substitution des Carboxyls (COOH) durch Kohlenwasserstoffreste) repräsentirt ganz besonders die zusammengesetzten Aether. Man stellt ihn durch Destillation von ameisensaurem Natrium, Schwefelsäure und Holzgeist oder durch Destillation von Stärkemehl, Braunstein, Schwefelsäure und Holzgeist dar.

Eine wasserhelle, stechend riechende Flüssigkeit, welche sehr scharf schmeckt, in Weingeist und Aether in jedem Verhältniss löslich ist und sich ähnlich wie der Aethyläther der Ameisensäure (Formyläther, Aether formicicus) verhält, häufig auch wie dieser zur Bereitung von künstlichen Branntweinen, besonders von Arrac, benutzt wird.

Bei der **Einwirkung der Dämpfe des Methyläthers der Ameisensäure auf den thierischen Organismus** entsteht eine kurz dauernde Narkose mit heftiger Reizung der Respirationswege, die hier in ebenso hohem Grade wie bei den Dämpfen der Ameisensäure auftritt. Bei der Section der hierbei umgekommenen Thiere

findet sich eine starke Hyperämie der wichtigsten Organe und zwar in ähnlicher Weise wie beim Tode durch Essigäther. Alle Aetherarten der organischen Säuren wirken fast gleich; die Eingenommenheit des Kopfes ist aber stets noch bedeutender als bei der Inhalation der einfachen Aetherarten. Der Tod erfolgt schliesslich nach höchst erschwerter Respiration unter den Erscheinungen der Asphyxie.

Industrie der Ameisensäure.

Ihre Bereitung ist nach der Art und Weise der Benutzung verschieden; in der Pharmacie, Kosmetik und bei der Darstellung von Räucheressenzen wird die Ameisensäure durch Destillation der Ameisen gewonnen, weil es hierbei hauptsächlich auf die Gewinnung von Ameisenöl ankommt. Die Ameisen werden zerquetscht und mit Wasser vermischt; den erhaltenen Brei unterwirft man unter Zusatz von etwas Kochsalz oder Glaubersalz der Destillation, wobei man ein Anbrennen der Masse sorgfältig zu vermeiden hat, weil das Destillat hierdurch einen empyreumatischen Geruch und Geschmack bekommt; man gebraucht hierzu zinnerne Blasen und Kühlröhren. Die Rückstände gehen leicht in Fäulniss über und veranlassen dann höchst belästigende Gerüche; man muss sie stets mit Kalk oder Gips versetzen, um sie als Dünger zu benutzen.

Der Spiritus formicarum wird durch Auflösen von Ameisensäure in Weingeist dargestellt.

Zur Verwendung der Ameisensäure in Färbereien werden ihre Salze direct durch Oxydation des Stärkemehls, der Holzfaser oder des Zuckers mittels einer Mischung von Braunstein und Schwefelsäure auf dem Wege der Destillation gewonnen, indem das Destillat direct zur Darstellung der ameisensauren Salze benutzt wird.

Es entwickelt sich hierbei so reichlich Kohlensäure, dass die Masse leicht übersteigt und für Ableitung dieses Gases gesorgt werden muss.

Der Rückstand besteht aus schwefelsaurem Manganoxydul und organischen Producten und kann zur Darstellung von Manganvitriol benutzt werden. Frei darf er nicht zum Abfluss in Canäle oder Wasserläufe gelangen, sondern der grosse Ueberschuss an Schwefelsäure muss vorher durch Kalk abgestumpft werden.

Die frühere Art der Darstellung der Ameisensäure durch Oxydation des Holzgeistes, wie bei der Schnellessigfabrication, ist durch die Entdeckung, dass sich die Oxalsäure mittels Glycerins zersetzt, verdrängt worden. Hierbei werden 100 Th. Glycerin von 26° B. mit 75 Th. Glycerin und Wasser in einer grossen, inwendig verbleiten Destillirblase durch gespannte Wasserdämpfe zuerst fast in's Sieden gebracht und nach ca. 12 Stunden bei erhöhter Temperatur abdestillirt; dann gibt man noch ein paar Mal 50 Th. Wasser zu und destillirt abermals.

Das gesammte Destillat sättigt man mit Natriumcarbonat und dampft ein. Das so gewonnene ameisensaure Natrium wird mittels verdünnter Schwefelsäure zersetzt und die ausgeschiedene Ameisensäure durch Destillation gereinigt.

Diese Methode hat den grossen Vortheil, dass sie in sanitärer Beziehung gar kein Bedenken darbietet und das Glycerin dabei wieder gewonnen wird, weil es unverändert bleibt und bloss durch Contact zu wirken scheint.

C. Sulfo-Substitutionsproducte des Methans.

Methylmercaptan $CH_3(SH)$. Der Name Mercaptan rührt daher, weil alle Mercaptane mit Quecksilberoxyd ein weisse Präcipitat bilden (Corpus mercurium captans). Der Methylmercaptan entspricht dem Methylalkohol und wird durch Destillation von methylschwefelsaurem Calcium mit Kaliumsulfhydrat in äquivalenten Mengen dargestellt; er ist eine farblose, widerlich riechende Flüssigkeit, welche sich in Wasser wenig löst und bei 21° siedet.

Eine technische Verwendung hat dieses Präparat noch nicht gefunden; es wird in Laboratorien benutzt, um die Metallderivate des Methyls darzustellen.

Die **Einwirkung von Methylmercaptan auf den thierischen Organismus** stimmt vollkommen mit der des Schwefelmethyls überein, nur treten alle toxischen Erscheinungen noch heftiger auf. Bei der Manipulation mit diesem Körper muss

man deshalb die höchste Vorsicht gebrauchen; in Laboratorien ist stets ein guter Rauchfang zur Ableitung der sich bildenden Dämpfe erforderlich.

Schwefelmethyl $(CH_3)_2S$ wird aus dem methylschwefelsauren Calcium und Schwefelkalium in äquivalenten Mengen dargestellt. Eine sehr unangenehm riechende, bei 41° siedende Flüssigkeit, welche ebenfalls nur in Laboratorien Verwendung findet.

Einwirkung von Schwefelmethyl auf den thierischen Organismus. 2 Grm. methylschwefelsaures Calcium werden mit 1 Grm. Schwefelkalium (K_2S) zur Entwicklung der Dämpfe benutzt; ehe diese in die Glasglocke, in welcher sich eine Taube befindet, eindringen, werden sie über Bleihydrat geleitet, um das Auftreten von freiem Schwefelwasserstoff zu verhüten. Eine halbe Minute nach der Ausbreitung der Dämpfe in der Glocke blinzelt die Taube stark mit den Augen, wird sehr unruhig und stürzt auf den Kopf mit hoch aufgerichtetem Hintertheile; Herzschlag und Respiration stocken bei der sofortigen Herausnahme; sie taumelt hin und her, die Pupillen sind verengt, sehr beschwerliche Respiration mit weitem Oeffnen des Schnabels, rauher Stimme und kurzen convulsivischen Zuckungen. Nach 2 M. beschleunigt sich die Respiration (25 Inspir. binnen ¼ M.) und das Herz schlägt sehr stark; Würgen, starkes Erbrechen und dann Bauchlage; nach 6 M. erhebt sie sich schwankend, das Herz schlägt noch heftig; nach 7 M. geht sie unsicher einher, 19 Inspir. binnen ¼ M.; erst nach 2 Stunden ist die Respiration wieder normal und der Ton der Stimme klar. Weiteres Unwohlsein wird nicht bemerkt.

Die toxische Einwirkung des Schwefelmethyls geht aus diesem Versuche deutlich hervor; die plötzliche Stockung der Herz- und Lungenthätigkeit weist auf die directe Affection des Athmungscentrums und der Nervenapparate im Herzen hin; dabei ist die grosse Aehnlichkeit des Verlaufs der Vergiftung mit der durch Schwefelwasserstoff unverkennbar, obgleich die rapide und heftige Einwirkung jenes Körpers dafür sprechen dürfte, dass er eher als solcher und nicht durch seine Zersetzungsproducte die Vergiftungserscheinungen hervorruft.

D. Nitrogen-Substitutionsproducte des Methans.

Amine.

Methylamin, Methylamid, Methylammoniak $CH_3.NH_2 = CH_5N$, bildet sich bei der trocknen Destillation und bei der Fäulniss thierischer, überhaupt eiweisshaltiger Substanzen; seine grosse Neigung, sich mit stickstoffhaltigen Substanzen zu kuppeln, ist die Ursache, dass sich bei Fäulnissprocessen, wo Sumpfgas auftritt, diese merkwürdige Reihe der Aminbasen bildet. Sie kommen auch fertig gebildet bei Pflanzen und Thieren vor, z. B. bei den Chenopodium-Arten, bei Fischen, bei Clupaea, bei Stinkthieren u. s. w. Beim Erhitzen von Salmiak mit Holzgeist in einer geschlossenen Röhre bilden sich Mono-, Di- und Trimethylamin.

Man stellt es durch Erhitzung von salzsaurem Methylamin mit Aetzkalk dar; das Gas wird unter Quecksilber aufgefangen. Es riecht stark nach Ammoniak, brennt mit gelber Flamme und verdichtet sich bei einigen Graden unter 0° zu einer leicht beweglichen Flüssigkeit. Es ist von allen Gasen in Wasser am meisten löslich, bildet mit Salzsäure weisse Nebel und mit Säuren krystallisirbare Salze. Die wässrige Lösung von Methylamin ist ätzend, brennend und riecht ebenfalls ammoniakalisch.

Dimethylamin $C_2H_7N = (CH_3)_2NH$ ist noch nicht in reinem Zustande dargestellt worden.

Trimethylamin $C_3H_9N = (CH_3)_3N$ findet sich im Spiritus alter anatomischen Präparate, in den Sauerwässern der Weizenstärkemehlfabriken, im Fussschweisse, im Secale cornutum, im Leberthran, in Chenopodium vulvaria, in der Blüthe von Crataegus, ganz besonders bei beginnender Verwesung von Boletus[13]) und in der Häringslake. Bei der Destillation stickstoffhaltiger bituminöser Fossilien tritt es ebenfalls auf; dargestellt wird es meist aus der Häringslake. Es ist eine alkalisch reagirende, nach faulen Seefischen riechende Flüssigkeit.

Einwirkung des Trimethylamins auf den thierischen Organismus. Ein kleines Kaninchen sass im kleinen Kasten; 15 Grm. kommen zur Verdunstung; dann starkes Putzen des Mauls und nach 15 M. starke Röthung der Augen und unruhige Bewegungen. Nach 40 M. nochmals Verdampfung von 15 Grm.; hierauf Zurückziehen des Kopfes in den Nacken. Nach 1 Stunde Röthung der Nasenschleimhaut und Thränen der Augen bei der Herausnahme. Am folgenden Tage hatte sich eine vollständige Blepharitis ausgebildet, welche nach ein paar Tagen wieder schwand.

Obgleich Trimethylamin nur gleich dem Ammoniak wirkt, so kann es doch durch seinen unangenehmen Geruch bei manchen Menschen Ekel und Erbrechen verursachen; seine Dämpfe reizen die Augen sehr stark und erzeugen eine Blepharitis von kurzer Dauer; die Irritation der Schleimhaut der Respirationswege ist jedoch nicht so bedeutend wie bei den Dämpfen von Ammoniak.

Wie aus dem obigen Versuche hervorgeht, hatten die Dämpfe von 30 Grm. bei einem Kaninchen keinen bleibenden Nachtheil erzeugt, so dass von einer giftigen Wirkung derselben im Allgemeinen keine Rede sein kann.

Dass dieser Körper das wirksame Princip in den verdorbenen Würsten, das Wurstgift, repräsentire, wie man behauptet hat, ist jedenfalls unrichtig. Dagegen kann das Trimethylamin als Bestandtheil der Häringslake bei Schweinen eine Vergiftung hervorrufen; es erscheint dies glaubhaft, da zahlreiche Beobachtungen der Veterinärärzte dafür sprechen.

Cyangruppe.

CNH ist die Grundverbindung, die als eine Verbindung der einwerthigen Gruppe CN mit H betrachtet wird. CN ist die Cyangruppe, die häufig auch Cy geschrieben wird.

Cyanwasserstoffsäure oder **Blausäure** CNH = CyH kommt nicht im freien Zustande in der Natur vor. Sie entsteht meist aus der Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanzen, bei den Früchten der Amygdaleen in Folge der Einwirkung des in den Kernen enthaltenen Amygdalins auf das Emulsin. Mit Natrium verbunden (CNNa) lässt sie sich im Speichel nachweisen.

Dargestellt wird sie durch Destillation von Blutlaugensalz (10 Th.) mit Schwefelsäure (7 Th.) und Wasser (15—20 Th.):

$$K_4Fe(CN)_6 + 3H_2SO_4 = 2K_2SO_4 + FeSO_4 + 6CNH.$$

Die mit Wasser verdünnte Säure wird durch Chlorcalcium entwässert.

Blausäure ist eine farblose Flüssigkeit, welche mit weisser leuchtender Flamme brennt, schon bei 26° siedet, somit bei einer Temperatur, die noch unter der Blutwärme liegt; sie zersetzt sich leicht bei Einwirkung des Lichtes in Paracyan, Ameisensäure und Ammoniak:

$$CNH + 2H_2O = CH_2O_2 + NH_3.$$

Unter besondern Verhältnissen erfolgt diese Zersetzung unter Temperaturerhöhung und Gasentwicklung, so dass gut schliessende Gefässe dadurch zertrümmert werden können; ein ganz geringer Zusatz von Mineralsäure verhütet dieses Zerfallen für längere Zeit.

Einwirkung der wasserfreien Blausäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in einer Glasglocke; ein ganz kleiner Tropfen der Säure wird von oben eingetröpfelt; derselbe hatte kaum den Boden berührt, als sich schon Erbrechen und nach $1\frac{1}{2}$ M. die heftigsten Convulsionen einstellten. Bei der sofortigen Herausnahme der Taube ist sie erstarrt und athemlos; die Augen sind mit Thränen gefüllt, die Pupillen erweitert, Herzschlag noch deutlich, wird aber immer schwächer und unregelmässiger, bis er 2 M. nach der Herausnahme ganz aufhört. Die normale Körperwärme nimmt erst nach einer halben Stunde ab.

Section 20 Stunden hernach. Hirnhäute namentlich in der Nähe der Med. oblong., Plex. venos. spin. am stärksten an den drei obersten Halswirbeln blutreich; alle Muskeln hellroth; Lungen durch und durch zinnoberroth, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut; Trachealschleimhaut besonders an der Bifurcation injicirt. Die ganze rechte Hälfte des Herzens und der linke Vorhof strotzen von schwarzem, geronnenem Blute. Leber von normaler braunrother Farbe, auf den Durchschnittsflächen dunkles und geronnenes Blut; das flüssige Blut röthet sich lebhaft an der Luft.

2) Ein Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten; ein Tropfen der Säure wird auf den Boden gelassen. Anfangs Unruhe, abwechselnd beschleunigte und verlangsamte Respiration; nach $1\frac{1}{4}$ M. die heftigsten Convulsionen. Bei der sofortigen Herausnahme gänzliche Erstarrung und Athemlosigkeit; nach 30 Secunden abermals heftige Convulsionen, Augen prominiren stark, Pupillen sind erweitert, dann krampfhaftes Aufathmen mit starkem Schleimrasseln; nach $1\frac{1}{2}$ M. Husten bei sehr angestrengter Inspiration; nach 7 M. momentan tetanisches Ausstrecken der Hinterbeine, nach 8 M. heftiger krampfhafter Husten, der 2 M. lang anhält, dann in kürzern Pausen wiederkehrt und mit starkem Herzklopfen und häufigem Niessen verbunden ist. Erst nach 50 M. hört der Husten auf; auch der Herzschlag und die Respiration sind wieder

normal: es bleibt ruhig sitzen: nach 1½ Stunde bewegt es sich wieder und fängt an zu fressen.

3) Einer Taube wurde ein Schnitt in den Oberschenkel bis auf die Muskellage gemacht; mit einem Glasstabe, welcher flüchtig in die Blausäure getaucht worden, wurde die Schnittwunde betupft. Nach ½ M. taumelnder Gang, nach 1 M. Hinstürzen, nach 1½ M. die heftigsten Convulsionen, welche 1½ M. lang dauern; dann ruhige Lage, 6 Inspir. binnen ¼ M., kurze Zuckungen und spastische Inspir., welche rasch abnehmen und nach 6 M. ganz aufhören; nur das Herz macht noch ein paar Schläge; die Pupillen sind sehr weit.

Section 24 Stunden hernach. Blutfülle in der Schädelhöhle und im Canal der Wirbelsäule; der Hals schwanenartig gebogen; Lungen gleichmässig ziegelroth, nur an der hintern Fläche eine schwache braune Färbung, auf dem Durchschnitte ein feiner Schaum und einige Tropfen flüssigen Blutes; Trachealschleimhant blass, das ganze Herz mit dickflüssigem, schwarzem Blute gefüllt; in den grössern Venen ebenfalls dickflüssiges, dunkelkirschrothes Blut, welches an der Luft stellenweise viel röther wird, alsbald gerinnt und in dünnen Schichten hellkirschroth erscheint. Leber und Nieren sehr blutreich.

4) Ein ausgewachsenes Meerschweinchen sitzt im grossen Glaskasten. Blausäure wird in einem Schälchen, in welchem sich 2 Grm. Cyankalium befinden, durch Uebergiessen mit Schwefelsäure entwickelt; sobald die Dämpfe auftreten, beschleunigt sich die Respiration, das Thier wird unruhig, schwankt und stürzt unter heftigen Convulsionen hin, welche nach 2 M. den Tod herbeiführen.

Section 24 Stunden hernach. Starke Hyperämie in der Schädelhöhle; Lungen blassblauroth, auf der linken Lungenspitze eine erbsengrosse Petechial-Sugillation, auf den Durchschnittsflächen überall viel weisser Schaum; die Schleimhaut der Bronchien blass; das ganze Herz strotzt von dunkelrothem, geronnenem Blute, das überhaupt vorwaltet; Leber und Nieren mässig blutreich.

Die Blausäure wirkt zweifelsohne am raschesten ein, wenn sie dampfförmig eingeathmet wird; je wasserfreier sie ist, desto intensiver erfolgt die Wirkung, so dass bei Thieren Taumel, Convulsionen und rasche Stockung der Respiration schnell den Tod einleiten. Tritt Erholung ein, so bleiben Betäubung, Dyspnoe, starker Herzschlag sowie krampfhafter Husten noch längere Zeit zurück.

Bei Menschen entwickelt sich ein ähnliches Krankheitsbild; der Tod erfolgt auch hier bei concentrirten Mengen der Dämpfe fast plötzlich; unter tetanischer Erstarrung hören Respiration und Herzthätigkeit fast gleichzeitig auf. Mit atmosphärischer Luft verdünnte Dämpfe bewirken Ohrensausen, Kopfschmerzen, Schwindel, Uebelkeit, Taumeln, Dyspnoe, Herzklopfen und einen trocknen, krampfhaften Husten. Diese Erscheinungen treten selbstverständlich nach dem Grade dieser Verdünnung in verschiedener Intensität auf, werden aber vorzugsweise in der Industrie beobachtet, wenn die Arbeiter mit blausäurehaltigen Dämpfen in Berührung kommen. Plötzliches Hinstürzen unter Convulsionen erweist grösste Lebensgefahr und Rettung ist bisweilen noch möglich, wenn die Betroffenen sofort dem gefährlichen Medium entzogen und an die frische Luft gebracht werden können.

Bei der Section der Thiere fallen stets die strotzende Anfüllung des Herzens mit dunklem, geronnenem Blute, das flüssige Blut, welches bald an der Luft hellroth wird, sowie der feine Schaum in den kleinsten Bronchien auf; Ekchymosen auf der Lungenoberfläche zeigen sich nicht immer. Beim vierten Versuche konnte Blausäure im Blute, in der Lunge und Leber nachgewiesen werden.

Bei Menschen hat man nach letalen Gaben ganz Aehnliches beobachtet. Der Blutreichthum in den Lungen ist constanter als im Gehirn, dabei ist das dunkelkirschrothe Blut mit einer grossen Menge Schaumbläschen vermischt, während das Herz mit dunklem, geronnenem und flüssigem Blute angefüllt ist. Auch hier nimmt das Blut an der Luft eine helle Kirschröthe an; Ekchymosen trifft man hier nicht selten an den Pleura-Säcken, am Pericardium und an der serösen Oberfläche der Leber fast in gleicher Weise wie sie sich bei Erstickten finden. [14])

Es ist Thatsache, dass die Blausäure sehr innig am Hämoglobin haftet und ihr Austritt aus dem Blute sehr langsam erfolgt; sie verhindert daher weit mehr

als alle andern Gifte die Wiederaufnahme des Sauerstoffs; aus dieser Ursache erfolgt einerseits die Restitution viel langsamer und andererseits ist ihre gefährliche und meist letale Wirkung dadurch mit bedingt.*) Die Blausäure besitzt noch in höherm Grade als Kohlenoxyd die Eigenschaft, den Sauerstoff aus dem Blute zu verdrängen.

Wird mit Blausäure gesättigtes Blut in einer Absorptionsröhre über Quecksilber mit reinem Sauerstoff behandelt, so wird dieser nicht absorbirt, auch die Farbe des Blutes nicht verändert.**) Wird dagegen mit Sauerstoff gesättigtes Blut in einer Röhre über Quecksilber abgesperrt, so dass sich keine Luftblasen über dem Blute befinden, so wird durch Zugabe von flüssiger Blausäure allmählig Gas entbunden, welches aus Kohlensäure und Sauerstoff besteht; letzteres waltet so weit vor, dass ein glimmender Span darin fortglüht, wenn vorher die Kohlensäure durch Kali weggenommen ist.[15])

Zu diesem Verhalten der Blausäure dem Sauerstoff des Blutes gegenüber kommt aber noch ihre directe Wirkung auf die Nervencentren, durch welche die rasche Stockung der Respiration mit nachfolgender Herzlähmung ihre Erklärung findet.[16]) Der Sectionsbefund liefert daher auch nicht selten Erscheinungen, wie sie bei schnellen Erstickungen vorkommen; es bleibt sich fast gleich, auf welche Weise das Gift vom Organismus aufgenommen worden ist; nur zeigen die Respirationswege bei der Inhalation der Dämpfe die Zeichen einer grössern Reizung, wie sich auch symptomatisch ein sehr heftiger, krampfhafter Husten vorzugsweise bemerkbar macht.

Beim Nachweise der Blausäure in der Leiche ist wohl zu beachten, dass sich auch durch den Fäulniss- und Verwesungsprocess Cyanverbindungen bilden können. Bei Prüfung des Destillats müssen daher alle starken Oxydationsmittel vermieden werden.***)

Die beste Methode, aus dem Destillate Blausäure nachzuweisen, beruht auf der Bildung von Schwefelcyanammonium beim Zusatz von Schwefelammonium, da jenes mit einem Eisenoxydsalze eine dunkelrothe Färbung (Rhodaneisen) gibt.

Nach *Schönbein*[17]) besitzen die Blutkügelchen die Kraft, Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und gewöhnlichem Sauerstoff zu zerlegen; diese Eigenschaft verliere sich, wenn Blut mit Blausäure in Verbindung trete; ein Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd bräune alsdann das Blut und bringe die Absorptionsstreifen zum Verschwinden. Letztere Erscheinung tritt aber auch ein, wenn Wasserstoffsuperoxyd oder Ozon dem normalen Blute zugesetzt werden (s. S. 130).

Guajakpapier, mit höchst verdünnter Kupfervitriollösung angefeuchtet, soll nach *Schönbein* durch blausäurehaltige Dämpfe gebläut werden. Dasselbe ist aber auch bei Ammoniak, bei den Dämpfen der Salpetersäure, der unterchlorigen Säure, des Jods, Broms, Ozons, bei Lösungen von verdünnter Schwefelsäure, Kaliumchromat, Kaliumchlorat und Kaliumhypermanganat der Fall.[18])

Blausäure in der Industrie.

Es kommen in der Industrie nicht selten Fälle vor, in denen sich Blausäure entwickelt. Bei der Fabrication von Berlinerblau zeigen sich häufig blausäurehaltige Dämpfe (s. Berlinerblau); beim Blaufärben der wollenen Tuche wird vorzugsweise eine mit Schwefelsäure und etwas Alaun versetzte Auflösung von Blutlaugensalz gebraucht, durch welche die Zeuge gezogen werden, um sie nachher der atmosphärischen Luft oder der Einwirkung von Dämpfen auszusetzen.

---

*) Durch Wärme resp. Kochen kann die Blausäure noch als solche aus dem Blute getrieben werden.

**) Mit Blausäure behandeltes Blut fault auch nicht und lässt sich in gut verschlossenen Gefässen jahrelang unzersetzt aufbewahren.

***) Es ist bekannt, dass beim Nachweise von Arsen in Folge der Verkohlung der Leber mit Salpetersäure, der Uebersättigung mit Kali, des Trocknens und nachherigen Verpuffens im Rückstande stets Cyankalium enthalten ist.

Durch letzteres Verfahren stellt man das Bleu de France dar und man bedient sich dazu jetzt allgemein eines Dampfkastens, in welchen man einen langsamen Dampfstrahl einführt. Es bildet sich Ferrocyanwasserstoffsäure, welche durch den Wasserdampf zerlegt wird; auf der Faser bleibt Eisencyanürcyanid (Berlinerblau) zurück, während Cyanwasserstoffsäure frei wird und durch den abgehenden Wasserdampf verdünnt in die Atmosphäre gelangt. Nimmt man an, dass bei einem Tuche von 60 Ellen nur einige Loth Blutlaugensalz in wirkliche Zersetzung kommen, bedenkt man ferner, dass diese Dampfkasten ungefähr 6 Fuss im Geviert und 3 Fuss in der Höhe haben und dieses Dämpfen eines Stückes Tuch 2—3 Stunden erfordert, so können freilich nur höchst geringe Mengen von Cyanwasserstoffsäure in einem Zeitraume von mehreren Stunden frei werden und noch dazu werden jene durch eine grosse Menge Wasserdämpfe verdünnt. Obgleich somit eine grosse Gefahr für die Arbeiter aus dieser Procedur nicht entstehen kann, so ist es doch immer geboten, für eine Ableitung der Dämpfe zu sorgen.

Sehr wichtig ist in sanitärer Beziehung noch folgendes Verfahren: In der Kattundruckerei werden zuweilen zum Blau- und Grünfärben Beizen angewendet, bei deren Bereitung man Blutlaugensalz, Zinnsalz und Kaliumbichromat unter Zusatz von Salz- und Schwefelsäure zusammenbringt. Während der Darstellung entwickeln sich erhebliche Mengen von Blausäure, so dass die dabei beschäftigten Arbeiter in Folge der Einwirkung dieser Säure nicht selten wie todt hinstürzen. Leider vernachlässigt man in den meisten Fabriken alle Vorsichtsmassregeln; es ist daher durchaus nothwendig, dass die Gefässe, in welchen die Beize angefertigt wird, verschlossen bleiben und mit einem Abzugscanal, welcher in den Rauchfang führt, versehen werden. Der Rührer, welcher zum Mischen der Bestandtheile der Beize dient, muss durch den geschlossenen Deckel geführt werden.

Neuerdings kommt im Handverkauf eine Flüssigkeit vor, welche Argentine genannt und zur Versilberung kupferner Gefässe benutzt wird; sie ist eine Lösung von Cyanquecksilber in Cyankalium mit einem Zusatz von feingepulverter Kreide. Beim Verreiben dieser Flüssigkeit an der Luft bilden sich leicht Blausäuredämpfe, welche in einem von Martius beobachteten Falle Uebelkeit, Kopfschmerzen, Dyspnoe und krampfhafte Hustenanfälle erzeugten. Im betreffenden Falle war kaum ein Kaffeelöffel Argentine verbraucht worden.[19])

Cyankalium, Kaliumcyanid $KCN = KCy$ wird rein dargestellt, indem man den Dampf der Blausäure in eine alkoholische Kalilösung leitet.

Das Cyankalium des Handels ist stets durch kohlensaures und cyansaures Kalium verunreinigt.

Bei der **Darstellung im Grossen** benutzt man ein Gemenge von Blutlaugensalz und Kaliumcarbonat in äquivalenten Mengen. Das Schmelzen geschieht in gusseisernen Tiegeln und zwar so lange, bis die ganze Masse fliesst und sich ein eingetauchter Glasstab mit einer klaren Flüssigkeit überzieht, die beim Erkalten zu einer weissen Masse erstarrt. Man giesst dann die noch flüssige Masse von dem Bodensatze, der aus sehr fein vertheiltem metallischem Eisen besteht, in ein eisernes Geschirr ab, lässt sie erkalten und zerschlägt die erstarrte Masse sofort in kleine Stücke.

Hierbei ist grosse Vorsicht nothwendig, um jede Verstäubung zu vermeiden. Da noch ein Theil der geschmolzenen Masse im Tiegel hängen bleibt, so laugt

man denselben mit kaltem Wasser aus, filtrirt rasch und benutzt die Solution zur Darstellung der in der Galvanotechnik gebräuchlichen Cyandoppelsalze.

Bei allen diesen Manipulationen ist die grösste Aufmerksamkeit erforderlich; wird Cyankalium mit Wasser behandelt, so bildet sich stets Blausäure, worauf die betreffenden Laboranten sehr zu achten haben. Auch an der Luft zerfliesst das Cyankalium unter Entwicklung von Blausäure und kohlensaurem Ammonium; schon aus diesem Grunde ist dessen sorgfältigste Aufbewahrung geboten.

Uebrigens können Arbeiter jahrelang bei der fabrikmässigen Darstellung von Cyankalium beschäftigt sein, ohne ihre Gesundheit zu schädigen, wenn sie aufmerksam und reinlich sind, namentlich aber sich vor Essen und Trinken im Fabrikraum hüten und sich vor jeder Mahlzeit wenigstens die Hände waschen.[20])

Das Cyankalium krystallisirt in Würfeln und ist in absolutem Alkohol fast unlöslich, in Wasser aber sehr leicht löslich. Seine Lösung zersetzt sich schnell unter Bildung von ameisensaurem Kalium und Ammoniak:

$$CNK + 2H_2O = CHKO_2 + NH_3.$$

Eine braune amorphe Masse bleibt hierbei zurück.

Das Cyankalium entwickelt an der Luft stets einen Geruch nach Blausäure, weil schon die atmosphärische Kohlensäure einen Theil derselben frei macht; bei Abhaltung der Luft ist es unveränderlich und kann hierbei sogar verflüchtigt werden; sobald aber die Luft hinzutritt, verwandelt es sich in der Hitze in cyansaures Kalium:

$$CNK + O = CNOK.$$

Das käufliche Cyankalium enthält aus diesem Grunde immer cyansaures Kalium.

Mit salpetersauren oder chlorsauren Alkalien erhitzt, erzeugt es furchtbare Explosionen.

Die **Wirkung von Cyankalium auf den thierischen Organismus** ist gleich der der Blausäure, was nicht auffallend erscheint, wenn man das Verhalten desselben in einem Medium, welches Kohlensäure und Wasser enthält, in Betracht zieht. Die Verbindungen der Alkalien und alkalischen Erden mit Cyan sind nämlich sehr geneigt, in wässriger Lösung Blausäure zu entwickeln; diese Entwicklung beruht auf einer Wasserzersetzung, bei Gegenwart von Kohlensäure bildet sich nämlich Kaliumcarbonat, während das frei werdende Cyan mit dem Wasserstoff des Wassers zu Blausäure zusammentritt. Da letztere wegen ihrer schwach sauren Eigenschaft das Kaliumcarbonat nicht zu zersetzen vermag, so wird sie von der Flüssigkeit exhalirt; daher entwickelt Cyankalium schon durch den Einfluss der feuchten atmosphärischen Luft Blausäure.

Wird das Cyankalium per os aufgenommen, so beschleunigt die im Magen enthaltene Säure das Zerfallen des Cyankaliums und die Entwicklung von Blausäure veranlasst dann die Vergiftung.

Verwendung findet Cyankalium namentlich in der Galvanoplastik wegen seiner Eigenschaft, mit den löslichen Metallsalzen unlösliche Cyanverbindungen einzugehen und dann mit diesen lösliche Doppelsalze, Doppelcyanide, zu bilden.

Die galvanischen Bäder bereitet man durch Vermischung einer Metallsalzlösung mit einer Cyankaliumlösung (1 : 10). Nach dem zu erreichenden Zwecke besteht die Metallsalzlösung aus Silbersulfat, Goldchlorid oder Platinchlorid. Man fährt mit der Mischung so lange fort, bis der entstandene Niederschlag von Cyanmetall vollständig verschwunden und die Flüssigkeit durchsichtig geworden ist. Platten von dem zu fällenden Metall taucht man in diese Flüssigkeit und bringt sie mit dem positiven Pol der galvanischen Batterie in Verbindung. Sobald sich aus dem Bade Metall niederschlägt, wird von der Platte desselben Metalls am positiven Pole ebenso viel aufgelöst; dadurch behält das Bad eine constante Stärke, wenn die Oberfläche der zu überziehenden Stücke im Verhältniss zu der der eingetauchten Platten steht (s. Cyansilber).

Bei der galvanischen Vergoldung und Versilberung treten nicht unbedeutende Mengen von Cyan auf (s. Cyansilber), und es ist zu verwundern, dass bei dieser Industrie nicht mehr Unglücksfälle vorkommen, denn in den Werkstätten geschieht fast gar nichts für die Ableitung der schädlichen Gase. Glücklicherweise sind diese so

stark mit atmosphärischer Luft verdünnt, dass es nicht zur Ausbildung der charakteristischen Symptome kommt; die Beschwerden beschränken sich meist auf ein Gefühl von Schläfrigkeit und Abspannung. Nichtsdestoweniger sollte man doch auf eine sorgfältigere Ventilation Bedacht nehmen, da auch geringe Nachtheile bei einer beständigen Wiederkehr schliesslich schaden müssen: unbedingt ist daher ein Gasfang oder Abzugscanal in solchen Werkstätten erforderlich.

In den photographischen Anstalten wird auf eine sehr leichtfertige Weise mit Cyankalium manipulirt, die Flaschen mit den Auflösungen von Cyankalium stehen fast niemals unter Verschluss, die meisten Unglücksfälle resp. Vergiftungen durch Cyankalium kommen daher auch in den Familien der Photographen vor. Polizeiliche Revisionen der photographischen Anstalten sind ebenso nothwendig wie die Visitationen der Apotheken und Material-Handlungen; namentlich beim Betriebe mit Cyankalium in den Material-Handlungen wird gewöhnlich zu sehr gegen alle gesetzliche Bestimmungen hinsichtlich des Giftverkaufs gefehlt; auch hier begegnet man in Betreff der Aufbewahrung und Verabreichung von Cyankalium nicht selten der grössten Unvorsichtigkeit.

Photographen, welche mit einer Lösung von Cyansilber in Cyankalium vielfach in Berührung kommen, erleiden hartnäckige und schmerzhafte Ulcerationen an den Händen, namentlich an den Ecken der Nägel. Gegen dieses Leiden wird ein Verband von mit Leinöl verriebenem schwefelsaurem Eisenoxydul gerühmt: es bildet sich hierbei Ferrocyankalium neben einer Ausscheidung von metallischem Silber.[21])

Wegen seiner grossen Neigung, Sauerstoff aufzunehmen, wird Cyankalium auch als Reductionsmittel benutzt.

In Seidenfärbereien wird Cyankalium zum Lustriren der schwarzen Seide gebraucht, indem man dem Seifenbade, mit welchem die fertig gefärbte Seide behandelt wird, Cyankalium zusetzt. Dies Verfahren ist besonders in der Schweiz gebräuchlich und erfordert grosse Vorsicht, da sich hierbei natürlich blausäurehaltige Dämpfe entwickeln müssen; wenn diese auch mehr oder weniger verdünnt sind, so werden sie doch auf die Dauer nachtheilig auf die Arbeiter einwirken. Will man das Verfahren beibehalten, so sorge man wenigstens für Bottiche, die mit einem Deckel geschlossen und mit einem nach dem Schornstein führenden Abzugsrohre versehen sind.

Cyanammonium $CN(NH_4)$ wird durch Erhitzen von 1 Th. Cyankalium mit 3 Th. Salmiak dargestellt; das Cyanammonium destillirt hierbei über. Es bildet sich im Hohofenprocesse und bei der Bereitung des Blutlaugensalzes; es krystallisirt in farblosen Würfeln, riecht stark nach Blausäure und Ammoniak und sublimirt bei 26°; sein Dampf ist leicht entzündlich und verbrennt unter Abscheidung von kohlensaurem Ammonium. Bei der Auflösung in Wasser bildet sich in analoger Weise wie beim Cyankalium einerseits Blausäure und andererseits Ammonium carbon. Für die Giftigkeit von Cyanammonium sprechen folgende Versuche:

Einwirkung von Cyanammonium auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glasglocke; nachdem eine kaum bemerkbare Spur des Dampfes von Cyanammonium in die Glocke gedrungen war, wurde die Taube sehr unruhig, athmete schnell und blinzelte mit den Augen. Nach 1 M. Hin- und Herschwanken und dann Herausnahme des Thieres; es stürzt sofort hin, erhebt sich aber wieder mit sehr beschleunigtem Herzschlage; nach 3 M. Gehversuche und starker Husten. Der Herzschlag ist erst nach 30 M. wieder normal.

2) Eine Taube sitzt in der Glasglocke. Ein schwacher Dampf von erwärmtem Cyanammonium erzeugt nach 1 M. Blinzeln mit den Augen, Schütteln, Ausstrecken des Halses, nach 1½ M. allgemeine Convulsionen und Aufhören der Respiration; ein paar Herzschläge sind noch 2 M. nach der Herausnahme bemerkbar.

Section 4 Stunden hernach. Die Hinterhauptsknochen sind blutig durchtränkt, die Hirnhäute mässig injicirt, Plex. ven. spin. mit flüssigem Blute angefüllt. Beide Lungen zinnoberroth, stellenweise schwärzlichbraun, unter dem linken untern Lungenlappen ein 5 Mm. breiter schwarzer Fleck (Ekchymose), auf den Durchschnittsflächen überall flüssiges Blut und beim Zusammendrücken ein zinnoberrother Schaum; Trachealschleimhaut schwach injicirt, an der Bifurcation eine ganz dünne, blutig-wässrige Ausscheidung. In allen Höhlen des Herzens dickflüssiges und geronnenes Blut; dasselbe ist dunkelroth, in dünnern Schichten etwas heller. Leber, Nieren und alle grössern Venen sind blutreich. In Lunge und Leber konnte Blausäure nachgewiesen werden.

Da Cyanammonium wie Cyankalium bei Berührung mit Wasser sogleich zu einer Blausäureentwicklung Veranlassung gibt, so ist die Wirkung beim Eintritt desselben in's Blut nothwendigerweise eine ähnliche. Cyanammonium wirkt

deshalb mittelbar grade wie Blausäure. Der Sectionsbefund lieferte ein sehr charakteristisches Bild für den Tod durch Blausäure, namentlich bezüglich der Lungen und des Herzens.

Cyansilber CNAg. Wird ein lösliches Silbersalz mit einem Cyanalkalimetall zusammengebracht, so scheidet sich ein weisser, käsiger Niederschlag als Cyansilber aus; dasselbe ist unlöslich in Wasser und Säuren, dagegen leichter löslich in Aetzammoniak und sehr leicht löslich in Cyanalkalimetallen.[22])

Von bedeutender Wichtigkeit ist die leicht lösliche Doppelverbindung von Cyansilber-Cyankalium (CNAg, CNK), welche in der Galvanoplastik zum Versilbern von kupfernen und Neusilber-Geräthen benutzt wird. Durch den galvanischen Strom zersetzt sich das Cyansilber in metallisches Silber und Cyan; da aber durch den galvanischen Strom auch stets das Lösungsmittel, also Wasser, zerlegt wird und demnach Wasserstoff auftritt, so verbindet sich das frei gewordene Cyan mit dem nascirenden Wasserstoff zu Cyanwasserstoffsäure.

Um das Cyan nicht zu verlieren, wird an demjenigen Pole, wo sich das Cyan bildet, eine Platte von metallischem Silber eingeschoben; es wird dann für jedes Atom Silber, welches ausgeschieden wird, ein Aequivalent Cyan frei. Dies freie Cyan verbindet sich wieder mit einem Atom Silber, so dass bei dieser Einrichtung der Silberbäder eine stetige Ausscheidung des Silbers stattfindet, ohne dass das Bad silberärmer wird.

Es geht ferner hieraus hervor, dass eine geringe Menge Cyansilber hinreicht, um eine grosse Menge von Silber zum Niederschlagen resp. in Lösung zu bringen; der einzige Verlust an Cyan, der hier eintritt, besteht in der Entwicklung von Blausäure; man muss daher dem Bade in gewissen Zwischenräumen wiederum Cyankalium zusetzen.

Dieser Umstand ist in sanitärer Beziehung wichtig und erfordert die nothwendigen Vorsichtsmassregeln, um Gesundheitsbeschädigungen zu verhüten. Zu diesem Zwecke sind die Zersetzungströge mit Deckeln zu versehen, welche durch Röhren mit einem gut ziehenden Rauchfange in Verbindung stehen; sie dürfen aber auch deshalb nicht offen gelassen werden, weil ausser der Entweichung der Blausäure noch ein Verspritzen der silberhaltigen Lösung während des Auflösens des eingebrachten metallischen Silbers stattfindet. Die Gegenwart der feinen Nebelbläschen, welche durch die verspritzte Cyansilberlösung entstehen, entdeckt man sofort durch einen metallischen Geschmack, den man in den Arbeitsräumen wahrnimmt.

Es ist in technischer Beziehung noch zu bemerken, dass bei der galvanischen Versilberung die Gegenstände mittels Fäden oder Drähte, welche leitend sind, in der Versilberungsflüssigkeit aufgehängt werden.

Cyanquecksilber. Quecksilbercyanid $(CN)_2Hg$. Cyanquecksilber krystallisirt in quadratischen Säulen und Pyramiden, ist luftbeständig, löslich in 11 Th. kaltem und $2\frac{1}{2}$ Th. kochendem Wasser, in 5 Th. siedendem und 20 Th. kaltem Alkohol. Es schmeckt ekelhaft metallisch und zerfällt beim Erhitzen in Quecksilber und Cyan; letzteres entweicht theils und bleibt theils als Paracyan zurück. Weder ätzende Alkalien noch Sauerstoffsäuren zerlegen es, wohl aber Wasserstoffsäuren; es bildet mit Cyanalkalien nicht lösliche Doppelsalze. Auf den thierischen Organismus wirkt es wie freie Blausäure ein.[23]) Dargestellt wird es durch Auflösen von Quecksilberoxyd in wässriger Blausäure und findet in der Galvanoplastik Verwendung.

Kupfercyanür Cu_2Cy_2. Es geht mit Cyanmetallen Doppelsalze ein und entsteht durch Uebergiessen von Kupfercyanid mit Salzsäure.

Kupfercyanid $CuCy_2$. Ein grüngelbes, geruch- und geschmackloses Pulver, welches in Wasser löslich ist und mit Cyankalium ein Doppelsalz bildet; es entsteht durch Fällung eines Kupferoxydsalzes mit Cyankalium. Beide Verbindungen werden in der Galvanoplastik benutzt.

Ferrocyankalium, gelbes Blutlaugensalz. Kalium ferrocyanatum flavum, Kaliumeisencyanür. $K_4Fe(CN)_6$ oder K_4Cfy, hat eine grosse technische Bedeutung und wird ausserdem für die Darstellung aller Cyanverbindungen benutzt. Es stellt schöne gelbe Krystalle von quadratischen Prismen dar, die 3 Molec. Krystallwasser enthalten; verflüchtigt sich letzteres bei 100°, so wird das Salz weiss, an der Luft aber mit der Aufnahme dieses Krystallwassers wieder gelb.

Wenn man eine Eisensulfatlösung oder irgend ein anderes Eisenoxydsalz mit Cyankalium kocht, so entsteht die Verbindung von Eisencyanür und Cyankalium: $Fe(CN)_6 + 4KCN$; die vierwerthige Gruppe: $Fe(CN)_6 = Cfy$ heisst Ferrocyan.

Bei der Blutlaugenfabrication schmilzt man thierische Abfälle mit Eisen-

abfällen und roher Pottasche; da letztere stets Kaliumsulfat enthält, so wird dieses reducirt und es bildet sich Schwefeleisen, während aus den thierischen Abfällen Cyankalium entsteht. Beim Auslaugen der Schmelze verwandeln sich beide Körper in Blutlaugensalz und Schwefelkalium:

$$FeS + 6KCN = K_4Fe(CN)_6 + K_2S.$$

Das Blutlaugensalz besitzt keine giftigen Eigenschaften und kann ohne Nachtheil genossen werden. Durch verdünnte Säuren entsteht aus dem Blutlaugensalz durch Substitution von K durch H die Ferrocyanwasserstoffsäure $H_4Fe(CN)_6$, welche sich an der Luft durch Bildung von Berlinerblau bläut.

Blutlaugensalz-Industrie.

Das gelbe Blutlaugensalz spielt in der Industrie eine grosse Rolle; bei der Darstellung im Grossen glüht man thierische Substanzen, wie Horn, Blut, Wollstaub, Lederabschnitte u. s. w., überhaupt stickstoffhaltige Kohle, mit Pottasche und einer grössern oder geringern Menge Eisen in eisernen Gefässen, welche eine birnförmige Gestalt und vorn eine Mündung zur Beschickung haben. Diese Birnen oder Muffeln werden aber sehr leicht durchlöchert, man zieht daher vielfach Flammenöfen vor, deren Sohle von einem gusseisernen schalartigen Kessel gebildet wird. Man benutzt eine Schachtfeuerung; die Flamme geht über eine Feuerbrücke bis zum Schmelzraum, der vor einem etwas tiefer liegenden und zum Schornstein führenden Fuchs liegt, alle Verbrennungsproducte gelangen somit direct in den Schornstein.*)

Die geglühte Masse erscheint schwarz und heisst Schmelze; man zieht sie mit heissem Wasser aus, um die Roh- oder Blutlauge darzustellen.

Bei der Lösung der Schmelze entsteht ein löslicher und ein unlöslicher Theil; die Lösung enthält neben Ferrocyankalium noch Kaliumsulfat, Kaliumcarbonat, Schwefelkalium und Chlorkalium. Da die Schmelze auch bisweilen noch freies Cyankalium enthalten kann, so hat man wenigstens darauf zu achten, dass bei der Lösung auch Blausäure auftreten kann; wenn auch die Menge derselben nicht bedeutend ist, so ist doch jedenfalls in dem Auflösungsraume eine gehörige Ventilation erforderlich.

Nachdem das Blutlaugensalz herauskrystallisirt ist, kann die Mutterlauge so viel Schwefelkalium enthalten, dass sich seine Bearbeitung auf unterschwefligsaure Salze lohnt (s. S. 158); beim Lagern an der Luft gibt es zur Entwicklung von H_2S Veranlassung. Herrscht das Chlorkalium vor, so wird dasselbe durch Abdampfen gewonnen und bei der Glas- und Alaunfabrication verwendet.

---

*) Die hier auftretenden Gase und Dämpfe bestehen aus brenzlichen Producten: Picolin, Leucolin u. s. w., nebst Kohlensäure, Kohlenoxyd, Cyan, Cyansäure, Cyanammonium und vielen Wasserdämpfen. Da alle diese Producte direct in den Schornstein gehen, so üben sie auf die Arbeiter keinen schädlichen Einfluss aus, verschaffen aber den Adjacenten grosse Belästigung; Fabriken dieser Art dürfen daher nie in der Nähe bewohnter Häuser oder in Vorstädten angelegt werden, da man bisher noch keine Anordnungen getroffen hat, diesen Qualm zuvor durch eine Feuerung zu leiten.

Um die Einwirkung dieser Dämpfe auf den thierischen Organismus zu prüfen, wurde beim ersten Versuche getrocknetes Fleisch mit Kali carb. in einer Gesammtmenge von 12 Grm. in der Glühhitze zusammengeschmolzen. Bei einem Kaninchen traten hiernach nur starkes Blinzeln mit den Augen, Reiben des Mauls und ein Husten ein, welcher sich ein paar Tage lang mit Schleimrasseln in den Bronchien verband; am 4. Tage war es wieder hergestellt.

Bei einem zweiten Versuche wurde Wolle, Fleisch, Horn mit Kali carbon. in einer Gesammtmenge von 24 Grm. geglüht; auch hier blieb es bei den oben erwähnten Erscheinungen.

Beim dritten Versuche wurde getrocknetes Blut mit Kali carbon. geglüht; die sich entwickelnden Dämpfe tödteten eine Taube nach 15 M. unter grösster Dyspnoe und schwacher Narkose. Wahrscheinlich hatten hier Kohlenoxyd, Kohlensäure, Cyanammonium, mit vieler Luft verdünnt, eingewirkt.

Der unlösliche Theil, die Schwärze, besteht aus stickstoffhaltiger Kohle. welche mit fein vertheiltem Schwefeleisen und löslichen und unlöslichen Cyanverbindungen imprägnirt ist; auch enthält sie Erdphosphate und Silicate. Lagert sie an der Luft, so entwickelt sie neben Cyanwasserstoff noch Ammoniak; am zweckmässigsten ist es deshalb, die Schwärze mit Erde und Dungstoffen zu versetzen, da sie als Dünger sehr gut verwerthet werden kann.

Verwendung findet das Blutlaugensalz bei der Fabrication von weissem Schiesspulver und bei der Stahlbereitung als Zusatz zum Eisen; seine eigentliche Stellung behauptet es aber in der Färberei zum Blaufärben der Wolle und Baumwolle (s. Blausäure).

Nitroprussid-Kalium entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Ferrocyanverbindungen in der Siedhitze:

$$K_4Fe(CN)_6 + 3HNO_3 = K_2Fe(CN)_5(NO) + 2KNO_3 + CO_3 + NH_3.$$

Da dieser Körper auch in der Technik zur Bereitung von Fressbeizen Eingang gefunden hat, also auch im Grossen dargestellt wird, so ist es nothwendig, auf die hier auftretenden Gase aufmerksam zu machen, welche aus Kohlensäure, Ammoniak, salpetriger Säure, Stickoxyd und wahrscheinlich auch aus Kohlenoxyd und Blausäure bestehen; sie müssen daher stets in die Feuerung oder in den Schornstein abgeleitet werden.

Die wichtigste Verbindung ist das Nitroprussidnatrium $Na_2FeCy_5(NO)$, welches rubinrothe, rhombische Krystalle liefert und in chemischer Beziehung als das empfindlichste Reagens auf Schwefel in seinen löslichen Verbindungen bekannt ist.

Ferrocyankupfer $CuFe(CN)_6$ entsteht, wenn man ein unlösliches Kupfersalz mit Ferrocyankalium versetzt, als ein braunrother, unlöslicher Niederschlag, der sich an der Luft nicht zersetzt, nicht giftig wirkt und in den Färbereien und Druckereien auftritt, wenn Stoffe mit Kupferbeizen bedruckt und dann durch ein Bad von gelbem Blutlaugensalz gezogen werden.

Eng an die Blutlaugen-Industrie schliesst sich die Darstellung von Ferricyankalium und Berlinerblau an.

Ferricyankalium, Kaliumeisencyanid, Gmelin's Salz, rothes Blutlaugensalz, $K_6Fe_2Cy_{12}$, ist eine dem Eisenoxyd entsprechende Cyanverbindung, welche durch Einleiten von Chlorgas in die wässrige Lösung von gelbem Blutlaugensalz entsteht. Man leitet das Gas so lange in die Auflösung, bis Eisenoxydsalze von derselben nicht mehr blau gefällt werden:

$$2K_4FeCy_6 + Cl = K_6Fe_2Cy_{12} + 2KCl.$$

Während des Abdampfens krystallisirt das Salz aus und Chlorkalium bleibt gelöst; da sich hierbei Salzsäure bildet, so kann sich während der Einwirkung auch Blausäure entwickeln.

Wird die Flüssigkeit zu stark mit Chlor gesättigt, so ist die Entstehung von Chlorcyan unvermeidlich; die Procedur muss daher jedenfalls in geschlossenen Bottichen vorgenommen werden, aus denen Abzugsröhren das sich etwa bildende Chlorcyan in eine Eisenvitriollösung führen (s. Chlorcyan).

Die Arbeiter schützen sich vor der Einwirkung dieser gefährlichen Dämpfe am besten durch mit Alkohol getränkte Schwämme, welche vor Mund und Nase gebunden werden. Alkohol zersetzt sich nämlich mit Chlorcyan zu Urethan und Chloräthyl:

$$2C_2H_6O + CNCl = C_2H_5Cl + C_3H_7NO_2.$$

Um die Bildung von Blausäure und Chlorcyan bei dieser Fabrication überhaupt zu verhüten, ist es zweckmässig, nach der Zuleitung von Chlorgas Kaliumcarbonat bis zur Neutralisation zuzusetzen und schliesslich die neutralisirte Lösung zur Krystallisation zu bringen.

Ferricyankalium krystallisirt in hellrothen, säulenförmigen, wasserfreien Krystallen, die leicht löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol sind.

In der **Technik** findet das Salz, wie das gelbe Blutlaugensalz, vorzugsweise zum Blaufärben wollener Stoffe Verwendung; das Verfahren dabei stimmt mit dem oben angeführten überein. Durch Zusatz von Schwefelsäure zum Ferricyankalium entsteht Ferricyanwasserstoffsäure $H_6Fe_2Cy_{12}$, die sich an der Luft wie Ferrocyanwasserstoffsäure durch Bildung von Berlinerblau bläut.

In der Kattundruckerei dient das rothe Blutlaugensalz mit Natron- oder Kalilauge gemischt als sogenannte Fressbeize. Setzt man zur Lösung des rothen Salzes eine Eisenoxyduloxydlösung, so entsteht ein lichtblauer Niederschlag, sogenanntes Turnbull's Blau, das dem Berlinerblau bloss dem äussern Ansehen nach ähnlich ist, aber anders zusammengesetzt ist:

$$K_6F_2Cy_{12} + 3FeSO_4 = Fe_3Fe_2Cy_{12} + 3K_2SO_4.$$

Seine Darstellung ist theurer als die des Berlinerblaus und daher weniger gebräuchlich.

Ferrocyaneisen, Ferrieisencyanür, Eisencyanürcyanid, Berlinerblau, Pariserblau $(Fe_2)_2[Fe(CN_6)]_3$, entsteht, wenn man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz mit einer Lösung von Eisenchlorid oder einem Eisenoxydsalz versetzt:

$$3K_4FeCy_6 + 2Fe_2Cl_6 = (Fe_2)_2[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl.$$

In der Technik heisst dieses Blau neutrales Berlinerblau, Pariser- oder Hamburgerblau. Das basische Berlinerblau erhält man bei der Anwendung einer Eisenoxydulsalzlösung; da es einen weissen Niederschlag von Eisencyanür enthält, so wird es erst an der Luft durch erhöhte Temperatur (Dampffarbe) oder durch Zusatz von Oxydationsmitteln blau. Es löst sich bei Gegenwart von Blutlaugensalz.

Das Berlinerblau des Handels ist jedoch stets ein Gemisch von neutralem und basischem Berlinerblau; hellere oder dunklere Töne entstehen durch Zusatz weisser Körper, namentlich von Thonerde, Kreide u. s. w. Ein solches Berlinerblau mit lichtem Blau wird oft Mineralblau genannt; es kommt häufig als Teig (en pâte) im Handel vor.

Pariserblau, d. h. reines Berlinerblau, zeigt auf dem Bruche mehr oder weniger einen Kupferglanz, ist unlöslich in Wasser und Alkohol; alkalische Lösungen, concentrirte Säuren und Erhitzen zersetzen es.

Das gewöhnliche Berlinerblau wird in der Regel aus dem Rohsalz der Blutlaugensalzfabrication dargestellt, wobei man eine mit Alaun versetzte Eisenvitriollösung als Präcipitationsmittel benutzt.

Die Schwefelsäure des Alauns dient zur Neutralisation des dem Rohsalze beigemengten Kaliumcarbonats. Die über dem Niederschlag stehende und Kaliumsulfat enthaltende Flüssigkeit wird daher entfernt; der Niederschlag enthält auch die Thonerde des Alauns. Die weitere Oxydation erfolgt dann um so rascher an der Luft, je reicher das Eisenvitriol an Oxydsalz ist. Nimmt man bloss Blutlaugensalz und Eisenvitriol, so wird der gesammte Niederschlag unter Zusatz von Salpetersäure gekocht; man entleert dann das Ganze in einen Bottich und setzt englische Schwefelsäure zu.

Es ist sehr zu beachten, dass bei diesem Verfahren neben salpetriger Säure und Stickoxyd zuweilen auch Blausäure entsteht, wenn der Zusatz der Salpetersäure ein geringer gewesen ist; man sollte daher die ganze Operation nur in geschlossenen Bottichen vornehmen, welche mit einem Ableitungsrohre nach dem Schornstein versehen sind.

Die Gefässe sind ferner durch Röhren zu verbinden, um das freie Ausschütten zu vermeiden; das ganze Verfahren verdient in sanitärer Beziehung alle Beachtung.

Der gewonnene Niederschlag wird gewaschen, auf ein Zeugfilter geworfen, langsam getrocknet, geformt, in viereckige Stücke geschnitten und dann ausgetrocknet, wenn man nicht die Teigform wählt.

Technische Verwendung findet das Berlinerblau als Wasser- und Oelfarbe; beim Tapetendruck dient es als Druckfarbe, während es beim Zeugdruck und beim Färben der Wolle durch Zersetzung von Blutlaugensalz mit Eisenoxydulsalzen gebildet wird. Beim Färben wird deshalb die Wolle zuerst mit einer Eisenoxydullösung getränkt und dann durch eine mit Schwefelsäure angesäuerte Ferrocyankaliumlösung gezogen, wobei wegen des mässigen Säurezusatzes nur eine höchst geringe Blausäureentwicklung stattfindet; ausserdem kommt hier die grosse Verdünnung durch Wasser noch in Betracht.

Die Löslichkeit des Berlinerblaus in Oxalsäure, welche bisher nur bei der Darstellung der blauen Dinte benutzt worden, hat man auch in der Färberei verwerthet, da hierbei das Berlinerblau nur in aufgelöster Form einwirken kann. Man stellt daher neuerdings ein dem Sächsischblau nahestehendes Blau dadurch her, dass man die Wolle in einer Lösung von Ferricyankalium, Zinnchlorid, Weinsäure und Oxalsäure erhitzt; durch letztere wird dann die Auflösung des Berlinerblaus bewirkt, das aus der Zersetzung der gebildeten Ferricyanwasserstoffsäure entstanden ist, während der Zusatz von Weinsäure die Farbe noch lebhafter macht. Man hat hierbei sehr auf die abfallenden Wässer zu achten; sie dürfen nie in Schlinggruben abgelassen werden.[24])

Substitution des H der Cyanwasserstoffsäure durch Halogene.

Chlorcyan, Einfach-Chlorcyan CNCl, eine farblose, bei +15° siedende Flüssigkeit, die sich bei der Einwirkung von Chlor auf Cyanquecksilber in der Kälte bildet. Eine Modification dieser Verbindung, das Dreifach-Chlorcyan $C_3N_3Cl_3$, wird in Krystallen erhalten, wenn man Chlor in das Einfach-Chlorcyan leitet. Ein gasförmiges Chlorcyan entsteht bei der Einleitung von Chlor in wässrige Blausäure; es verdichtet sich aber schon bei —12° zu einer Flüssigkeit.

Chlorcyan besitzt sehr giftige Eigenschaften und erzeugt bei Thieren sofort Taumel, Convulsionen und Stillstand der Respiration, Wirkungen, die fast gleich denen der Blausäure sind.[25])

In der Technik kann Chlorcyan bei der Fabrication von Ferricyankalium auftreten (s. Ferricyankalium).

Bromcyan CNBr, ein flüssiger Körper, **Jodcyan** CNJ, eine krystallinische Verbindung, werden in analoger Weise wie Einfach-Chlorcyan dargestellt; beide sind giftig.

Substitution des H der Cyanwasserstoffsäure durch das einwerthige CN.

Cyan CN . CN = C_2N_2 kommt als Schwefelcyan in den Secreten fast aller Drüsen, aber niemals frei in der Natur vor; man stellt es durch Erhitzen des Quecksilbercyanids oder Silbercyanids dar; es ist ein stechendes, entfernt an bittere Mandeln erinnerndes Gas, welches sich bei —25° zu einer wasserhellen Flüssigkeit condensiren lässt. Es verbrennt mit violetter Farbe zu Kohlensäure und Stickstoff. Weingeist nimmt mehr davon auf als Wasser. In wässriger Lösung verwandelt es sich unter Wasseraufnahme allmählig in Ammoniumoxalat:

$$C_2N_2 + 4H_2O = C_2O_4(NH_4)_2.$$

Während beim Erhitzen des Quecksilbercyanids das Quecksilber sich metallisch an den Wänden des Kolbens niederschlägt, bleibt am Boden Paracyan mit etwas Kohle zurück, welches in der Rothgluth wieder in Cyan übergeht, ein schwarzbraunes, abfärbendes Pulver darstellt und in feuchter Luft stets Blausäure nebst Ameisensäure und Ammoniak entwickelt.

Einwirkung von Cyan auf den thierischen Organismus. Ein Meerschweinchen sitzt im Zinkkasten; das aus Cyanquecksilber entwickelte Cyan wird in einem Gasometer aufgefangen und sorgfältig ausgewaschen. Beim Eindringen des Gases in den Kasten wird das Thier unruhig, schüttelt mit dem Kopfe und hustet oft auf; nach 2 M. schwankt es, fällt dann auf die Seite, zuckt heftig mit den Extremitäten und verfällt unter Schreien und Urinlassen in die heftigsten Convulsionen, von denen es förmlich herumgeschleudert wird; nach 3 M. ist die Respiration sehr verlangsamt und kaum bemerkbar, bei 6,4 Vol.-Proc. des Gases. Nach 4 M. treten noch einige leichte Zuckungen ein, dann Herausnahme des Thiers. Pupillen sehr erweitert, der Körper ganz schlaff, die Augen offen stehend; nach ein paar krampfhaften Inspirationen Stockung der Respiration; der Herzschlag noch 1 M. lang schwach hörbar.

Section 24 Stunden hernach. Leichenstarre gering; Hirnhäute etwas injicirt, Plex. venos. spin. fast leer; die Lungen werden an der Luft hellroth auf braunrother Marmorirung, beim Druck auf die Durchschnittsflächen tritt überall ein schneeweisser Schaum und dann sehr wenig wässriges Blut aus, die Schleimhaut der Luftröhre überall blass und mit wenig klarer Flüssigkeit bedeckt. Das ganze Herz strotzt von schwarzem geronnenem Blute.

Die Erstwirkung des Cyans besteht in einer starken Reizung der Schleimhaut der Respirationswege und der Augen; die Dyspnoe, welche bei der Inhalation der Blausäure sofort eintritt, zeigt sich hierbei nicht, macht sich wenigstens nicht in auffälliger Weise bemerkbar. Grössere Mengen des Gases rufen jedoch ein convulsivisches und ein paralytisches Stadium hervor; nach der baldigen Stockung der Respiration beobachtet man doch noch eine kurze Zeit einige schwache Herzschläge, wie bei der Blausäurevergiftung; ebenso stimmt der Sectionsbefund mit dem der Blausäurevergiftung vollständig überein.

Laschkewitsch[26]) will bei Warmblütern auch Dyspnoe wahrgenommen haben; bei Fröschen erzeuge Cyan Convulsionen, was bei Blausäure nicht der Fall sei. Jedenfalls ruft Cyangas nicht so plötzlich die Vergiftungserscheinungen hervor wie Blausäure. Einige Versuchsthiere gingen erst zu Grunde, nachdem sie der Einwirkung dieses Gases schon 30—40 Minuten lang entzogen waren. Es ist fast sicher, dass das inhalirte Cyan im Blute die Bildung von Blausäure veranlasst und die letale Wirkung mit dem Auftreten derselben beginnt. Das Verhalten des Cyans gegen alkalische Lösungen ist für diese Auffassung beweisend, da es hierbei in Cyanalkali und cyansaures Alkali neben andern Zersetzungsproducten verwandelt wird.

Todesfälle bei Menschen in Folge von Inhalation des Cyangases sind noch nicht bekannt geworden. Die höchst reizende und stechende Empfindung,

welche das Gas sofort auf der Schleimhaut der Augen und Nase hervorruft, nöthigt Jeden, sich demselben so schnell wie möglich zu entziehen; auch zwingt ein kratzendes Gefühl im Halse sofort zu starkem und heftigem Aufhusten, so dass das Eindringen des Gases in die Bronchialverzweigungen hierbei nicht so leicht stattfinden wird, wenn man sich bald aus den betreffenden Localen entfernt. Ausserdem wird auch eine grössere Menge Cyangas zur letalen Wirkung erforderlich sein, wenn Meerschweinchen erst in einer Atmosphäre von ca. 6 Vol.-Procent Cyangehalt umkommen.

Cyan in der Industrie.

In der **Industrie** tritt Cyan häufig als Nebenproduct oder als Zersetzungsproduct organischer und unorganischer stickstoffhaltiger Körper auf; werden diese mit Alkalien geglüht, so entstehen Cyanmetalle; wirkt Salpetersäure auf stickstoffhaltige oder stickstofffreie organische Körper ein, so bilden sich in beiden Fällen Cyanverbindungen, in geringerm Grade aber in letzterm Falle. Beim Verpuffen und Verbrennen kohlenstoffhaltiger organischer Substanzen mittels salpetersaurer Salze tritt stets, wenn Kohlenstoff im Ueberschuss vorhanden ist, eine erhebliche Menge eines Cyanmetalls auf, welches theilweise in der Asche zurückbleibt, theilweise aber mechanisch während der Verpuffung als Rauch fortgerissen wird. So entsteht auch während des Verbrennens von **Salpeterpapier** Cyankalium neben Kohlenoxyd, Kohlensäure und Ammoniak. Im Tabakrauche ist ebenfalls Cyan nachgewiesen worden.

Werden stickstoffhaltige thierische oder vegetabilische Substanzen der trocknen Destillation unterworfen, so tritt stets ein gewisser Theil des Stickstoffs als Cyan auf und zwar findet diese Bildung erst in der letzten Periode, d. h. bei der höchsten Temperatur statt; so bilden sich bekanntlich bei der Destillation der Steinkohle, bei der Leuchtgasbereitung Cyanverbindungen, welche bei der Reinigung an den Kalk gebunden werden; dadurch enthält auch der sogen. Gaskalk nicht unerhebliche Mengen von Cyan- und Schwefelcyanmetallen.

Werden stickstoffhaltige organische Substanzen für sich oder mit Chromsäure oder mit einer Mischung von Braunstein und Schwefelsäure destillirt, so beobachtet man stets Cyanverbindungen resp. Bittermandelöl und Blausäure.[27])

Das Auftreten von Cyan neben Kohlenoxyd und Kohlensäure beim Verglimmen von Torfkoks ist schon erwähnt worden (s. S. 345).

Beim Hohofenprocess findet in der Verbrennungszone über der Form durch die lebhaft eingepresste Luft zunächst die Bildung von Kohlensäure statt, welche durch die weissglühende Kohle zu Kohlenoxyd reducirt wird, während durch die Feuchtigkeit der Luft gleichzeitig das Auftreten von Wasserstoff veranlasst wird. Mit den beiden Gasen, die nach aufwärts steigen, mengt sich der Stickstoff der Luft, welcher in der Weissgluth mit der Kohle zusammentretend Cyan bildet, das entweder als Gas reducirend im Hohofenprocess wirkt oder aber durch die Alkalien der Kohlenasche oder die zugesetzten Beschickungen (Kalk u. s. w.) Veranlassung zur Bildung von Cyanalkali- oder Cyanalkalierdmetall gibt.

Ebenso wird das Auftreten von Cyan während des Verbrennungsprocesses der Kohle durch das Einströmen ammoniakhaltiger Luft bedingt, z. B. bei Desinfectionsöfen, in welchen übelriechende ammoniakalische Dämpfe verbrannt werden. Auf dieselbe Weise entsteht es, wenn beim Auskochen von Knochenfett die sich bildenden ammoniakalischen Gase unter die Feuerung geleitet werden.

Sowohl die freiwillige als auch die durch Schlag, Stoss oder Entzündung hervorgerufene Zersetzung aller Nitroverbindungen veranlasst die Bildung von freiem Cyan; so tritt dasselbe z. B. beim Sprengen mittels Schiessbaumwolle oder Nitroglycerins in grosser Menge auf.

Die auffallendste Bildung von Cyan ist offenbar die von *Bopp* betrachtete, welche dann stattfindet, wenn metallisches Rothkupfer an der Luft bei Gegenwart von Salzsäure sich oxydirt und mit einem weisslich-grünen Ueberzuge bedeckt. Diese grüne Masse, welche nur wenig Aehnlichkeit mit dem Grünspan hat und bedeutend heller an Farbe als dieser ist, besteht aus einer Mischung von basischem Kupferchlorid mit basischem Kupferchlorür; letztere Mischung geht später in Kupfercyanür über;

wird nämlich dieser grüne Ueberzug vom Metall abgehoben und mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, so erhält man im Destillate eine grosse Menge Blausäure. Es ist höchst wahrscheinlich, dass der Gehalt der Luft an Ammoniak oder auch an salpetriger Säure den Stickstoff zum Cyan liefert.

Derselbe Process entsteht bei der Darstellung des Bremergrüns; wenn zu diesem Zwecke Rothkupferstreifen mit Kochsalzlösung oder verdünnter Salzsäure übergossen und der Einwirkung der Luft ausgesetzt werden, so überziehen sich dieselben mit einer immer dicker werdenden Schicht einer basischen Chlorverbindung des Kupfers, welche mit Wasser abgerieben und geschlemmt diese Farbe darstellt. Die Analyse einer solchen Farbe gibt stets einen Cyangehalt zu erkennen.

Dass in der Galvanoplastik Cyan auftritt, wenn die Cyanverbindungen dem galvanischen Strom unterworfen werden, ist schon erwähnt worden. In der Photographie tritt es in geringen Mengen auf, wenn sich das Cyanquecksilber an der Luft zersetzt.

Glüht man gewöhnliches Schmiedeeisen in einem Strome von Cyangas, so verwandelt es sich in Stahl. In neuerer Zeit ist auch der Stickstoffgehalt des Stahls nachgewiesen worden. Schon seit Jahrhunderten hat man den Cementstahl in der Weise dargestellt, dass man das Schmiedeeisen in eisernen oder thönernen Kasten mit einer Mischung von Pottasche, getrocknetem Blute und Hornspänen schichtete und je nach der Härte, welche man erzielen wollte, die so beschickten Kasten 6—8 Stunden lang einer strengen Weissgluthhitze aussetzte. Auch noch heute wird ein Streupulver aus Blutlaugensalz, Kalk, Pottasche und Borax zum Härten der Klingen und Verstählen der Hämmer benutzt Es liegt deshalb die Annahme nahe, dass bei der Cementstahlfabrication das Cyan eine wichtige Rolle spielt.

Cyanmethyl $H_3C . C \equiv N = C_2H_3N$, die Verbindung des Methyls (CH_3) mit dem Kohlenstoff des Cyans, wird durch Destillation von methylschwefelsaurem Kalium mit Cyankalium erhalten und stellt eine farblose Flüssigkeit von ätherischem Geruche dar, die bei 77° siedet und sich mit Wasser mischen lässt.

Beim **isomeren Cyanmethyl** ist der Stickstoff des Cyans mit CH_3 verbunden. $H_3C - NC$.

Einwirkung von Cyanmethyl auf den thierischen Organismus. 1) 5 Grm. methylschwefelsaures Calcium und 5 Grm. Cyankalium wurden benutzt. Sobald die Dämpfe, nachdem sie ein Rohr mit Quecksilberoxyd passirt hatten, in die Glasglocke, in welcher eine starke Taube sass, dringen, schüttelt diese mit dem Kopfe, blinzelt mit den Augen und erhebt den rechten Flügel und das rechte Bein. Nach 1 M. convulsivische Zuckungen, welche sofort in Tetanus übergehen, dann Zittern des Körpers bei erweiterter Pupille. Herausnahme nach 2 M.; in der 3. M. ein einmaliges Oeffnen des Schnabels bei deutlichem, aber unregelmässigem Herzschlage; nach 4 M. schwindet immer mehr der Herzschlag bis zu dem bald eintretenden Tode. Die Section verunglückte.

2) Eine junge Taube sass in der Glasglocke. ½ Grm. methylschwefelsaures Calcium und 1 Grm. Cyankalium wurden benutzt. Beim Eindringen der Dämpfe grosse Unruhe und Kothentleerung; nach 40 Secunden Hinfallen unter leichten convulsivischen Zuckungen und nach 1 M. Herausnahme. Pupille nicht erweitert, Aufhören der Respiration, leichtes Zucken in den Beinen, deutlicher, aber unregelmässiger Herzschlag, Ausfluss von weisslich-trüber Flüssigkeit aus dem Schnabel; nach 6 M. sind noch einzelne Herzschläge sowie schwaches Zucken in den Zehen bemerkbar.

Section 12 Stunden hernach. Im Schnabel viel wässrige Flüssigkeit; Hirnhäute schwach, Plex. venos. spin. stärker injicirt; in der Gegend des untersten Halswirbels ein kleines Blutextravasat zwischen Dura mater und Wirbel. Die rechte Lunge ganz, die linke theilweise hellziegelroth; auf allen Durchschnittsflächen der Lunge ein reichlicher feiner weisser Schaum; die Farbe des Parenchyms entsprach der der Oberfläche. In dem die Trachea umgebenden Zellgewebe ein oberflächliches Blutextravasat im Durchmesser von 5 Mm.; die Schleimhaut der Luftröhre ist blass; die rechte Herzhälfte und der linke Vorhof mit geronnenem und flüssigem dunkelrothem Blute stark angefüllt. Leber und Nieren normal. Das Blut ist dunkelroth und vorherrschend flüssig, an der Luft wird es hellkirschroth; Blutkügelchen unverändert. In der Lunge und Leber konnte Cyan durch die Analyse nachgewiesen werden.

Aus der intensiven Wirkung von Cyanmethyl, sowie aus der Symptomatologie der Vergiftung geht hervor, dass diese Verbindung grade so wie Blausäure wirkt; auch der Sectionsbefund stimmt in den Hauptpuncten mit dem der

Blausäurevergiftung überein; somit gehört Cyanmethyl sicher zu den giftigsten Körpern.[28])

Technische Verwendung findet es bei der Darstellung der Phenylfarben.

Nitrocyanmethyl oder **Knallsäure** $CN.CH_2NO_2$ ist als eine Nitroverbindung des Grubengases in technischer Beziehung sehr beachtenswerth; sie existirt nicht im freien Zustande, bildet aber mit Quecksilber und Silber Salze. Unter diesen ist das **knallsaure Quecksilber** $CN.CHgNO_2$ am wichtigsten, weil es zur Fabrication der Zündhütchen benutzt wird.[29])

Industrie der Zündhütchen.

Diese in sanitärer Beziehung höchst wichtige Industrie beginnt mit der Darstellung des knallsauren Quecksilbers. Zu diesem Zwecke löst man 1 Th. Quecksilber in der Wärme in 7½ Th. Salpetersäure von 1,3 spec. Gew. auf und giesst die Flüssigkeit allmählig in 10 Th. Alkohol; man erwärmt im Wasserbade so lange, bis eine Gasentwicklung bemerkbar wird, und entfernt dann das Gefäss aus dem Wasserbade. Unter Aufbrausen entwickeln sich dann höchst gefährliche Gase und Dämpfe, unter denen besonders hervorzuheben sind: Blausäure, Cyanäthyl, Cyansäure neben Salpetrigsäure-Aether, salpetriger Säure und andern die Augen stark reizenden, aber noch nicht näher erforschten Verbindungen. Selbst der hierbei im Rückstande gebliebene Alkohol ist wegen seines Gehalts an Cyanäthyl mit der grössten Vorsicht zu behandeln, weil er sonst die Arbeiter in grosse Lebensgefahr versetzen kann (s. Cyanäthyl). Der Kolben ist stets mit einem tubulirten Helme zu versehen, um mittels Kühlung die grösste Menge der flüchtigen Producte zu condensiren, deren Vernichtung sogar Schwierigkeiten bereitet; in grossen Fabriken sucht man sie in alte Kiesgruben abzulassen. Stets muss die ganze Operation unter einem gut ziehenden Rauchfange ausgeführt werden.

Das Knallquecksilber setzt sich in seidenglänzenden Krystallen ab, welche auf einem feinen Leinentuch gesammelt, mit Wasser abgespült und ohne Anwendung von Wärme getrocknet werden. Die Abfallwässer sind sauer und quecksilberhaltig; man behandelt sie am besten mit Kalkhydrat und bringt metallisches Zinn hinzu, um das Quecksilber metallisch auszuscheiden.

Das trockne Pulver explodirt bei einer Temperatur von 149—187°; bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt es sich durch Reiben, Stoss oder Schlag; mischt man es mit 30% Wasser, so lässt es sich bei grosser Vorsicht mit einem hölzernen Läufer auf einer Marmorplatte zerreiben.

Technische Anwendung findet das Knallquecksilber sowohl zum Füllen von Zündhütchen bei Percussionsgewehren als auch zur Anfertigung der Zündspiegel bei Zündnadelgewehren.

Die Zündhütchenfabrication darf nie in der Nähe von menschlichen Wohnungen geduldet werden; auch die einzelnen Werkstätten müssen ganz von einander getrennt werden, so dass verschiedene Räume für die verschiedenen Manipulationen zu errichten sind. Die Wände müssen aus Holzwerk und der Boden aus Gips bestehen oder mit Bleiplatten belegt sein, um jede Veranlassung zur Reibung zu vermeiden. Eine offene Feuerung darf nicht geduldet werden; im Winter ist nur Warmwasserheizung zulässig.

Als Material für die Hütchen wird dünnes Kupferblech benutzt; ihre Herstellung wird durch Maschinen bewirkt, wobei ein Stosswerk die Blechscheiben ausschneidet; gleichzeitig werden die Kapseln geformt. Die *Josten*'sche Maschine vermag täglich 9000 Kapseln zu liefern.

Bei der Bereitung des Zündsalzes gebraucht man ein Gemenge von Knallquecksilber mit Kalisalpeter und Schwefel, seltner mit chlorsaurem Kalium oder Kohle, häufig nur mit Mehlpulver; die Zusätze, welche dazu dienen, die

Wirkung des Zersetzungsprocesses nachhaltiger zu machen, mengt man zuerst mit schwachem Gummiwasser mittels hölzerner Reiber auf einer Marmorplatte und fügt schliesslich das feuchte Knallquecksilber hinzu; die Wassermenge muss ungefähr 30% des Knallquecksilbers betragen.

Das Körnen des Zündsatzes ist die gefährlichste Arbeit, weil hierbei schon mit einer nicht mehr ganz feuchten Masse, die zu Explosionen geneigter ist, manipulirt werden muss. Das betreffende Arbeitslocal muss isolirt liegen und von der oben angegebenen Construction sein, während der Arbeitstisch mit Wollzeug überzogen und mit Wachstuch bedeckt ist. Diese Bedingungen müssen bei jeder Concessionsverleihung vorgeschrieben werden. Das Körnen wird mittels Haarsieben bewirkt, die unten durch eine Bleiplatte einen Verschluss erhalten und nach jedem Gebrauche durch sehr verdünnte Schwefelsäure zu ziehen sind.

Hierauf folgt das Schütteln der gekörnten Masse in einer mit Stanniol gefütterten Büchse, um sie consistenter zu machen.

Das Trocknen der Masse geschieht auf ausgebreitetem Papier, in Holzkasten, die auf Repositorien in der Nähe eines Trockenofens aufgestellt sind. Es ist hierbei die Vorsicht zu beachten, dass das dazu benutzte Papier mit verdünnter Salzsäure behandelt werde, um jede Spur von etwa noch anhängendem Knallquecksilber unwirksam zu machen. Die hier und beim Durchziehen der Siebe entstehenden Waschwässer sind wegen ihres Quecksilbergehalts nach der oben angegebenen Weise zu behandeln. Die Körner sind in Büchsen mit lackirtem Pappendeckel aufzubewahren.[30])

Das Laden der Hütchen und das Aufspiessen eines Kupferblättchens auf das Zündkorn geschieht gegenwärtig mittels der höchst sinnreichen *Josten*'schen Maschine und ist die hiermit verbundene Gefahr auf ein Minimum reducirt, wenn die nothwendige Vorsicht dabei beobachtet wird. Selbst beim Eintritt einer Explosion ist der Arbeiter durch seinen Stand hinter einem schmiedeeisernen Mantel geschützt. Ein Hütchen enthält durchschnittlich 15—16 Mgrm. Zündmasse.

Beim Laden entsteht stets mehr oder weniger Staub; wenn die Quantität desselben auch gering ist, so verdient doch seine Qualität die grösste Beachtung; in der That beobachtet man auch bei den betreffenden Arbeitern häufig ein blasses und kachektisches Aussehen sowie mehr oder weniger Spuren einer Quecksilberkachexie, die sich besonders am Zahnfleisch äussert. Dass hierbei das Tragen von Masken oder Respiratoren nothwendig ist, wird besonders durch den Umstand erhärtet, dass in einer preussischen Fabrik sogar die Knaben, welche den pressenden Männern zur Hand gingen, sowie die Mädchen, welche mit dem Sortiren der Zündhütchen im Laderaum beschäftigt waren, Mercurialaffectionen des Zahnfleisches darboten. Sanitätswidrig waren in diesem Falle schon der Mangel eines getrennten Raumes für das Sortiren sowie die Zulassung von Knaben zu einer so gefährlichen Arbeit; höchstens dürften in einem getrennten Sortirraume junge Personen beschäftigt werden. Frauen sollten überhaupt zu solchen Fabriken gar nicht zugelassen werden.

In einigen Fabriken feuchtete man früher die Zündmasse mit Harzlösungen an, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen: eine Auflösung von Schellack in Alkohol oxydirt aber leicht das Kupfer und zersetzt auch häufig die Zündmasse: man zieht daher in solchen Fällen eine Auflösung von Mastix in Terpentinöl vor. Auch die fertige Waare muss sorgfältig vor Feuchtigkeit geschützt werden, weil sonst das Knallquecksilber krystallinisch austritt, wodurch seine Explosivität ganz bedeutend gesteigert wird.

Die **Aufbewahrung** der fertigen Waare geschieht in Schachteln, welche in mit Tuch oder Leder ausgeschlagene Kisten gepackt werden, wobei man die Zwischenräume

mit Seegras u. s. w. ausfüllt. Der Transport ist nicht gefährlich; selbst wenn Feuer die Kisten ergreifen sollte, erfolgt das Verbrennen ohne Explosion.

Oxydationsproducte der Blausäure.

1) **Cyansäure** $CONH$ kommt bei einzelnen chemischen Operationen als Spaltungsproduct vor. Sie wird dargestellt durch Erhitzen der Cyanursäure und stellt eine unter 0° sich verdichtendes, nicht giftiges Gas dar, welches mit Wasser schnell in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt:

$$CONH + H_2O = CO_2 + NH_3.$$

Wirkung der Cyansäure auf den thierischen Organismus. Das Gas, welches durch Erhitzen von 4 Grm. reiner Cyanursäure dargestellt worden, wurde einer in der Glasglocke sitzenden Taube zugeleitet. Es traten starkes Blinzeln mit den Augen, starker Ausfluss aus dem Schnabel und beschleunigte Respiration mit aufgesperrtem Schnabel ein. Nach 30 M. blieb der Zustand derselbe. Nach der Herausnahme verliert sich die beschwerliche Respiration sofort, nur gelindes Schleimrasseln und vermehrte Inspirationen sind noch bemerkbar, dann erholt sie sich sofort und bleibt gesund.

Cyansaures Ammonium $CON(CH_4)$ entsteht, wenn man Cyansäuregas mit Ammoniakgas zusammenleitet: kocht man diese Verbindung mit Wasser, so zerfällt sie in Harnstoff $CON(NH_4) = CH_4N_2O$.

Cyansäure-Methyläther $CON(CH_3)$ wird aus methylschwefelsaurem Kalium und cyansaurem Kalium als eine flüchtige, die Augen sehr reizende Flüssigkeit erhalten.

Substitution des Sauerstoffs der Cyansäure durch Schwefel.

Sulfocyansäure, Schwefelcyanwasserstoffsäure, Rhodanwasserstoffsäure $CSNH$. Sie stellt eine nach Essigsäure riechende, ölige Flüssigkeit dar, die auch sauer schmeckt. Die destillirten Wässer der Cruciferen, namentlich von Cochlearia, Senf und Rettig zeigen mit Eisenoxydsalzen die Reaction auf Schwefelcyanwasserstoff, indem sie dadurch blutroth gefärbt werden. Man erhält die Säure aus methylschwefelsaurem Kalium und Sulfocyankalium: die ihr entsprechenden Aether heissen Senföle. Sie zerfällt leicht in Cyanwasserstoff und Persulfocyansäure $C_2N_2H_2S_3$, ist aber unzersetzt nicht giftig.[31])

Sulfocyankalium, Rhodankalium $CNSK$*) entsteht durch Erhitzen von Cyankalium mit Schwefel oder Schwefelmetallen:

$$CNK + S = CNSK.$$

Dieser Körper ist nur in grossen Dosen giftig.[32])

2) **Cyanursäure** $C_3O_3N_3H_3$ ist ein Zersetzungsproduct der Harnsäure oder des Harnstoffs; bei Wollbränden tritt sie in Verbindung mit Ammoniak auf. Nach *Wöhler* erhält man sie, wenn man Harnstoff so lange vorsichtig über seinen Schmelzpunct erhitzt, bis die Ammoniakbildung aufhört und derselbe sich in eine grauweisse, trockne Masse verwandelt hat. Das Product ist unreine ammoniakhaltige Cyanursäure, welche man durch Auflösen in Kalilauge und Zersetzen des gebildeten Salzes mittels Salzsäure als farblose Krystalle erhält.

Es treten bei diesem Processe 3 Molec. Harnstoff zusammen und geben 3 Molec. Ammoniak ab:

$$3CON_2H_4 - 3NH_3 = C_3O_3N_3H_3.$$

Erhitzt man die aus Vogelexcrementen gewonnene Harnsäure, so erhält man ein Gemisch von Cyansäure, Cyanursäure, cyanursaurem Ammonium und Koh-

---

*) Es ist hier noch des sogen. Pseudo-Schwefelcyans zu erwähnen, welches früher als CNS aufgefasst wurde, wahrscheinlich aber $C_3N_3S_3H$ ist, im Gaswasser und Gaskalke vorkommt und direct durch Einwirkung von Chlor oder Salpetersäure auf eine Lösung von Rhodankalium als ein orangegelbes amorphes Pulver gewonnen wird. Es ist nicht giftig und erzeugte, wie aus folgendem Versuche hervorgeht, eigenthümliche Erscheinungen:

Einer Taube wurden innerhalb 2 Tagen zwei Mal 0,25 Grm., somit im Ganzen 0,5 Grm. davon eingeflösst. In den ersten 4 Tagen verräth sie ein allgemeines Unbehagen durch starkes Aufblähen und mangelnde Fresslust, wobei die Excremente gelb gefärbt sind; nach 8 Tagen wurden letztere grün und dann blaugrün; ihre chemische Untersuchung ergab einen Gehalt an Berlinerblau, ein Beweis, dass eine Zersetzung der Verbindung stattgefunden und durch die Gegenwart von Eisen im Thierkörper sich Ferrocyan gebildet hatte, welches im weitern Verlaufe die Entstehung von Berlinerblau veranlasst hatte. Die Ausscheidung von Berlinerblau hielt 8 Tage lang an, wonach sich die Taube vollständig erholte und auch gesund blieb.

lensäure. Die Zersetzungsproducte sind ähnlich denen, welche sich bei der Fabrication des Blutlaugensalzes bilden, wenn Aetzalkalien mit thierischen Substanzen zusammentreten.

Direct stellt man sie durch Einwirkung von Wasser auf festes Chlorcyan dar:

$$C_3N_3Cl_3 + 3H_2O = C_3O_3N_3H_3 + 3HCl.$$

Einwirkung von Cyanursäure auf den thierischen Organismus. 1) 5 Gramm Harnsäure wurden in eine Retorte gegeben, die auf ein Drahtnetz gebettet und erwärmt wurde. Sobald die Dämpfe in die Glocke, unter der eine Taube sich befand, dringen, beschleunigt sich die Respiration, die Taube wird unruhig, schlägt stark mit den Flügeln, dreht den Kopf seitwärts und fällt nach 2 M. athemlos hin. Nach der Herausnahme sind nur noch ein paar Herzschläge zu hören.

Section 3 Stunden hernach. Pupille sehr erweitert, Hals schwanenartig gebogen, Pia mater schwach injicirt, die Hinterhauptsknochen blutig durchtränkt, in der Umgebung der Med. oblong. ziemlich viel flüssiges Blut; beim Durchschneiden der Brustmuskeln fliesst dunkles flüssiges Blut aus; im Zellgewebe der Umgebung des Kehlkopfs ein Blutextravasat im Durchmesser von 0,02 Mm. Lungen hellroth, an der Basis etwas braunroth; an der vordern Fläche des linken obern Lungenlappens eine erbsengrosse Ekchymose unter der Pleura; auf den Durchschnittsflächen der Lunge tritt beim Zusammendrücken flüssiges, schäumiges Blut hervor. Lufröhrenschleimhaut schwach injicirt; das Herz strotzt von dickflüssigem, dunkelkirschrothem Blute, welches an der Luft hellroth wird. Leber und Nieren blutreich. Lunge und Leber wurden einer chemischen Untersuchung unterworfen, indem der alkoholische Auszug destillirt und das Destillat mit Kalilauge versetzt wurde. Nachdem oxydhaltiger Eisenvitriol zugegeben, der Weingeist im Wasserbade abgedampft und der Rückstand mit verdünnter Salzsäure übersättigt worden, schied sich sofort ein dunkelblauer Niederschlag von Eisencyanürcyanid (Berlinerblau) aus, ein sicherer Beweis, dass das Blut Blausäure, das Zersetzungsproduct der Cyanursäure, aufgenommen hatte.

2) Bei einem zweiten Versuche traten nach dem Sichtbarwerden der Dämpfe in der Glocke bei einer Taube grosse Unruhe, Blinzeln mit den Augen, Schütteln des ganzen Körpers und nach 2 M. Würgen und Erbrechen ein. Nach 3 M. sehr beschleunigte Respiration, Hinfallen, krampfhaftes Aufschlagen mit den Flügeln, Drehen des Halses nach der linken Seite und Aufhören der Athmung. Bei der sofortigen Herausnahme zeigen sich die Augen mit Thränenflüssigkeit angefüllt und die Pupillen erweitert; noch 5 M. lang war ein schwacher, unregelmässiger Herzschlag bemerkbar.

Section 2 Stunden hernach. In der Umgebung der Med. oblong. mehr flüssiges Blut als in den Gehirnhäuten. Lungen hellroth, auf ihren Durchschnittsflächen helles flüssiges Blut; an der hintern Fläche des linken Lungenlappens vier 3 Millim. breite Ekchymosen unter der Pleura. Auf der Trachealschleimhaut an der Theilungsstelle eine dünne Lage von wässrig-blutiger Flüssigkeit. Das ganze Herz strotzt von dickflüssigem, schwärzlich-rothem Blute, das an der Luft hellroth wird. Leber und Nieren blutreich. In Lunge und Leber konnten nur Spuren von Cyan resp. Cyanwasserstoffsäure nachgewiesen werden.

Die Erscheinungen während des Lebens, namentlich die plötzliche Sistirung der Respiration sowie der Sectionsbefund und die chemische Analyse, lassen es ausser Frage gestellt, dass bei der Einwirkung der Dämpfe Cyanwasserstoff den letalen Ausgang bedingt hat.

E. Arsenhaltige Derivate.

Arsendimethyl, Kakodyl $(CH_3)_4As_2$ wird durch Destillation von trocknem Kaliumacetat und arseniger Säure zu gleichen Theilen dargestellt. Eine höchst unangenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 170° siedet, an der Luft raucht und sich entzündet. Bei langsamer Oxydation bildet sich das betreffende Oxyd.

Kakodyloxyd, Alkarsin $(CH_3)_4As_2O$, ein höchst widerlich riechendes Oel, das bei 150° siedet und das Hauptproduct bei der obigen Destillation ist.

Kakodylsäure, Dimethylarsinsäure $(CH_3)_2AsO_2H$ bildet sich bei der langsamen Oxydation von Kakodyloxyd und stellt geruch- und geschmacklose Krystalle dar, die bei 200° schmelzen. Nach *Renz* [33]) kann man 2—3 Gran täglich davon nehmen; nach 10—20 Gran wird die Exspirationsluft eine sehr widerliche, dem Knoblauchsgeruche ähnliche und bei höhern Dosen noch penetranter. Ausser Pulsbeschleunigung erzeugt die Säure Schlaflosigkeit, unangenehmes Aufstossen, Trockenheit des Mundes, Appetitmangel und bisweilen auch Eingenommenheit des Kopfes.

Wie die Arsensäure weniger giftig einwirkt als die arsenige Säure, so verhält es sich ganz besonders mit der höhern Oxydationsstufe des Kakodyls, mit der Kakodyl-

säure, im Vergleiche mit Kakodyl und Kakodyloxyd, welche die Wirkung des Arsens in höherm Grade zu entfalten vermögen.[34])

Die Schwierigkeit, diese Verbindungen ganz rein darzustellen, machte die Ausführung genauerer Versuche unmöglich.

Technische Bedeutung haben diese Körper nicht und sie treten nur zufällig bei chemischen Processen auf.[35])

F. Phosphorhaltige Derivate.

Verbindungen, welche statt des Stickstoffs Phosphor enthalten, heissen Phosphine und entsprechen den Aminen. Sie haben noch keinen technischen Werth.

G. Verbindungen des Methyls (CH_3) mit Metallen.

Methylquecksilber $(CH_3)_2Hg$ ist unter diesen Verbindungen ganz besonders wegen seiner giftigen Eigenschaften bekannt geworden; es entsteht bei der Einwirkung von Jodmethyl auf Natriumamalgam:

$$2\,CH_3J + Na_2Hg = (CH_3)_2Hg + 2\,NaJ.$$

Methylquecksilber wurde 1858 zuerst von *Buckton* als eine schwach süsslich riechende und widerlich ätherisch schmeckende Flüssigkeit von 3,069 spec Gewicht dargestellt, deren Siedepunct zwischen 93—96° liegt und einen Quecksilbergehalt von 87 % besitzt.

Bei dem Laboranten, welcher sich 3 Monate lang mit der Darstellung desselben beschäftigt hatte, trat zuerst Amblyopie ohne nachweisbare Veränderungen ein, dann gesellten sich Steifigkeit der Hände, Schwerhörigkeit, grosse Schwäche, Wundsein des Zahnfleisches, ein sehr unangenehmer Geruch des Athems und Albuminurie hinzu. Nächtliche Delirien wechselten mit Coma am Tage ab. Auffallend war eine höchst unregelmässige Respiration; zwei Tage vor dem Tode ging das Gefühl zuerst theilweise, dann am ganzen Körper verloren; zugleich war starke Mydriasis vorhanden. Die Section wies bedeutende Hyperämie des Gehirns und seiner Häute sowie Nephritis nach.

Bei einem andern Chemiker trat ebenfalls Amblyopie zuerst auf, gleichzeitig aber Schwindel, Uebelkeit und Erbrechen grüner Massen. Obgleich nach 14 Tagen Besserung eintrat und die Beschäftigung mit Quecksilbermethyl nicht wieder aufgenommen wurde, zeigten sich nach 6 Wochen wiederum Abnahme des Sehvermögens, Verlust des Geschmacks, Unempfindlichkeit der Zunge, Speichelfluss, Taubheit und Verlust des Gefühls an Händen und Füssen. Nach mehreren Tagen dieser Leiden wird der Kranke vorübergehend bewusstlos mit keuchendem Athem, bis sich im Verlauf von 4 Monaten ein förmlicher Blödsinn bei Sprachmangel und Taubheit entwickelt. Auch hier wurden ein fötider Geruch und nächtliche Delirien beobachtet; Eiweiss im Harn fehlte. Unter grosser Abmagerung hielt dieser Zustand ¾ Jahre lang an; dann starb Patient unter den Erscheinungen der Pneumonie.

Bei der Section fand sich die rechte Pupille weiter als die linke; Arachnoidea im Longitudinalspalt verdickt, über dem Cerebellum etwas opak, graue Hirnsubstanz blassroth, Nierenkapsel adhärent, Oberfläche rauh und hyperämisch, Pyramiden entzündet, Rindensubstanz vergrössert, linien- und punctförmig congestionirt, Medullarsubstanz schwach ödematös, Mucosa des Nierenbeckens entzündet; Schleimhaut an der hintern Fläche der Blase ekchymosirt und entzündet. Lungenhepatisation linkerseits, Oedem des rechten untern Lappens.[36])

Die grosse Gefahr dieser Verbindungen des Methyls mit Metallen beruht in ihrem dunstförmigen Auftreten; sie dringen daher inhalirt rasch in den Kreislauf des Blutes und lagern das Metall in den verschiedenen Organen ab. Ausser Quecksilber sind es noch Zink, Zinn und Blei, welche als Zinkmethyl $(CH_3)_2Zn$, Zinntetramethyl $(CH_3)_4Sn$, Bleitetramethyl $(CH_3)_4Pb$ bekannt sind und die diesen Metallen eigenthümliche Wirkung zeigen.

C_2 Gruppe.

Aethylverbindungen.

A. Kohlenwasserstoffe.

a) **Aethylwasserstoff, Dimethyl, Aethan** CH_3-CH_3 oder C_2H_6 kommt unter den Gasen des Petroleums und zuweilen im Leuchtgase vor. Man erhält es durch Einwirkung von Wasser auf Zinkäthyl:

$$(C_2H_5)_2Zn + 2H_2O = 2C_2H_6 + ZnH_2O_2.$$

Ein farb- und geruchloses Gas, welches mit schwachleuchtender Flamme brennt und nach *Richardson* narkotisirend und anästhesirend wirken soll.[1])

b) **Aethylen, schwerer Kohlenwasserstoff, ölbildendes Gas, Elaylgas** $CH_2=CH_2 = C_2H_4$ kommt selten frei unter den feurigen Schwaden der Steinkohlenbergwerke vor; unter den Gasen der Petroleumquellen fehlt es nicht, während es den wesentlichen Theil des Leuchtgases ausmacht.

Dargestellt wird es durch Erhitzen von Aethylalkohol mit Schwefelsäure, wobei dem erstern 1 Mol. Wasser entzogen wird:

$$CH_3-CH_2OH = CH_2=CH_2 + H_2O.$$

Ein farbloses, eigenthümlich riechendes Gas, das zur vollständigen Verbrennung 5 Vol. Sauerstoff, also 15 Vol. atmosphärischer Luft bedarf. Ein Flachbrenner consumirt 5—6 C.-F. und ein Argand'scher Brenner 8—9 C.-F. pro Stunde.

Mit Chlor bildet es eine ölartige Flüssigkeit, weshalb es auch Elayl (ἔλαιον, Oel und ὕλη Materie) genannt wird.

Einwirkung des Aethylens auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glocke. Das Gas ist durch concentrirte Schwefelsäure geleitet und über Kalk aufbewahrt worden, um es von Aetherdämpfen resp. schwefliger Säure zu reinigen. Es wurde 1 % Gas verbraucht. Grosse Unruhe und Flugversuche beim Einleiten des Gases; nach 2 M. Zucken mit dem rechten Beine: sie fällt mehrmals hin, erhebt sich aber sofort wieder; Zucken im rechten und linken Beine. Nach 8 M. wird sie ruhig, schüttelt und bläht sich. Diese Erscheinungen wiederholen sich. Nach 20 M. Herausnahme bei etwas angestrengter Respiration; die Restitution tritt bald ein.

2) Eine Taube sitzt in der grossen Glasglocke. Allmählige Zuleitung von 3 % Gas, wodurch ähnliche Erscheinungen hervorgerufen werden. Nach 25 M. Herausnahme der Taube; sie pickt noch vielfältig zwischen den Federn, erholt sich aber rasch.

3) Eine Taube sitzt in dem grossen Glaskasten, in welchen nach und nach 16 Liter resp. 30 % Gas eingeleitet werden. Nach 23 M. legt sie den Kopf etwas zur Seite, beim Versuche aufzustehen fällt sie bei beschwerlicher Respiration hin; geringes Würgen, convulsivisches Zucken mit den Flügeln; nach 28 M. 9 sehr tiefe und angestrengte Inspir., die rasch abnehmen, so dass die Taube nach 30 M. ganz asphyktisch herausgenommen wird. Ohne eine Spur von Athembewegung bleibt der Herzschlag 1 Minute lang ganz regelmässig, in der 2. Minute wird er unregelmässig, immer seltner und ist in der 3. Minute verschwunden. Die Pupille ist erweitert und die Körperwärme nimmt langsam ab.

Section 14 Stunden hernach. Hirnhäute hyperämisch, Lungen hellroth mit partieller bräunlicher Marmorirung, auf den Durchschnittsflächen treten überall schwarze Blutpuncte aus; an der untern Fläche der Lungen einige schwarzrothe Ekchymosen, die Schleimhaut der Trachea schwach injicirt. Das Herz ist mit flüssigem Blute angefüllt; auch alle grössern Venen enthalten flüssiges Blut. Das dunkelbraunrothe Blut röthet sich an der Luft lebhaft.

4) Im Glaskasten sitzt ein grosses Kaninchen, welches unter der Einwirkung von 30 % nach 30 M. in Narkose verfällt, nachdem die anfangs sehr beschleunigte Inspiration wieder regelmässig geworden war. Bei Herausnahme des Thiers ist die Pupille erweitert, der Bulbus unempfindlich. Nach 2 M. Versuch den Kopf zu erheben; vollständige Restitution nach 1 Stunde.

Aus den vorstehenden Versuchen geht die anästhesirende Wirkung des Aethylens unzweifelhaft hervor; es nimmt in dieser Beziehung die erste Stelle

unter den Aethylverbindungen ein, welche als Anaesthetica bekannt sind. Mit atmosphärischer Luft hinreichend verdünnt, erzeugt es keinen nachhaltigen Schaden, da es das Blut nicht der Fähigkeit zur Aufnahme des Sauerstoffs beraubt. Aus dem vierten Versuche geht aber hervor, dass es bei Kaninchen schon bei 30% der Luft beigemischt die Respiration zuerst sehr anregt, ehe die Narkose eintritt, während dieser Procentsatz bei der Taube (dritter Versuch) Lähmung der Athmung und Tod durch Asphyxie herbeiführte, wofür der Sectionsbefund (Hyperämie des Herzens sowie der Lunge nebst Ekchymosen) spricht. Der vorhandene Sauerstoff reichte somit für den Respirationsprocess nicht aus und die deletäre Wirkung des Gases machte sich geltend. Aethylen nimmt daher in seiner Wirkung auf den thierischen Organismus entschieden eine andere Stellung ein als der Methylwasserstoff und gibt sich selbst bei diesem schwächsten Anaestheticum eine eigenthümliche Beziehung zum Athmungscentrum kund.

c) **Acetylen** $CH \equiv CH = C_2H_2$ kommt fertig gebildet im Leuchtgase vor und tritt als unvollständiges Verbrennungsproduct bei der Verbrennung kohlen- und wasserstoffhaltiger Substanzen (Leuchtgas, Aether, Benzol) sowie bei der Fäulniss auf; auch bildet es sich beim Durchleiten von Aether und Alkohol durch glühende Röhren.

Berthelot stellte es zuerst 1859 direct aus Kohlenstoff und Wasserstoff dar und lieferte somit das erste Beispiel einer directen Verbindung dieser Elemente. Nach *Rieth* erhält man es durch unvollkommene Verbrennung des Leuchtgases in einem *Bunsen*'schen Brenner neben Kohlensäure und Kohlenoxyd; letzteres entfernt man, indem man das Gas durch eine ammoniakalische Lösung von Kupferchlorür leitet. Es bildet sich hierbei ein rother Niederschlag von Acetylen-Kupfer, welches durch Hammerschläge oder Erhitzen zur Explosion gebracht werden kann. Diese Verbindung bildet sich bekanntlich in kupfernen Gasleitungsröhren; werden diese durchsägt, so kann in Folge der mittels Reibung erzeugten Wärme eine Explosion veranlasst werden.

Acetylen ist ein farbloses, mit russender Flamme brennendes und unangenehm riechendes Gas; der Geruch erinnert an russende Gas- und Oellampen.

Wirkung des Acetylens auf den thierischen Organismus. 1) Acetylen wurde durch partielle Verbrennung des Leuchtgases dargestellt und nach der Reinigung in einen Gasometer und aus diesem in einen Zinkkasten geleitet, worin eine Taube sass. Nach 10 M. Schwanken, Zittern, Brechen, convulsivische Bewegungen, krampfhafte Inspiration mit weitem Aufsperren des Schnabels und dann die heftigsten Convulsionen, welche die Taube im Kasten herumschleuderten. Nach 11 M. Herausnahme in vollständiger Asphyxie, nur ein undeutlicher Herzschlag ist wahrnehmbar; nach 30 Secunden Aufsperren des Schnabels, Bauchlage und es beginnt eine angestrengte Respiration; nach 1 M. Gehversuche und Taumel, nach 3 M. ziemlich sicheres Gehen, nach 5 M. ist die Respiration noch etwas beschleunigt, die Herzaction sehr verstärkt; die Erholung erfolgt nach 15 M. Die Menge des zugeleiteten Gases entsprach 0,3 Vol.-Proc.

2) Bei 1 Vol.-Proc. des Gases verfiel ein Meerschweinchen im Zinkkasten nach 5 M. ohne vorhergehende Convulsionen in Narkose. Die Athmung sistirte bei einem schwachen, aber regelmässigen Herzschlage, trat aber ganz allmählig wieder ein, während die Pupille noch erweitert blieb. Nach 5 M. vollständige Restitution.

3) Ein ¾ Fuss hoher 1jähriger Hund sass im kleinen Zinkkasten und verfiel bei ca. 1 Vol.-Proc. des Gases nach 5 M. in vollständige Asphyxie, wobei sich der Körper wie eine todte Masse hin und her bewegen liess. Bei hervortretenden Augen und erweiterter Pupille ist nur ein schwacher Herzschlag hörbar. 1 M. hernach Wiederkehr der Respiration, in der 3. M. Erbrechen und Bewegungen, in der 6. M. schwankendes Gehen und nach 10 M. anscheinende Restitution. Das Thier füllte den Kasten fast vollständig aus, so dass das zugeleitete Gas sofort inhalirt wurde.

4) Ein Meerschweinchen, welches kurz vorher durch Acetylen anästhesirt worden war, wurde nochmals in eine Atmosphäre gebracht, welche 1,5 Vol.-Proc. des Gases enthielt. Nach 15 M. vollständige Asphyxie bei offenstehenden Augen mit erweiterter Pupille und kaum bemerkbarem Herzschlage, der nach 6 M. vollständig aufhörte.

Section 20 Stunden hernach. Hirnhäute und Plex. venos. spin. blutreich; einzelne Partien der Lunge knistern nicht beim Durchschneiden, auf den Durchschnittsflächen zeigt sich ein blassrother Schaum; die Farbe der Lunge rothbraun, auch die Schleimhaut der Trachea rothbraun injicirt; das rechte Herz strotzt von flüssigem Blute, im linken findet sich viel schwarzes geronnenes Blut; auch die Unterleibsorgane sind blutreich.

Diese Versuche sprechen mit Bestimmtheit für die anästhesirende Wirkung des Acetylens, welche jedoch nicht ohne Gefahr sein dürfte, wenn man dabei die rasche Sistirung der Athmung berücksichtigt, die bei grössern Mengen des Gases leicht einen letalen Ausgang nimmt; stets hörte die Respirationsbewegung eher auf als die Thätigkeit des Herzens. Die heftigen Convulsionen bei der Taube rührten wahrscheinlich noch von einem Gehalte des Gases an Kohlenoxyd her; dieser Umstand macht es um so nothwendiger, sich vor der Einwirkung dieses Gases zu schützen, namentlich überall da, wo es als das Product einer unvollkommenen Verbrennung auftritt.

B. Halogenderivate des Aethans.

1) Ein H des Aethans ist durch Cl, Br oder J vertreten.

Aethylchlorid, Chloraethyl, leichter Salzäther $CH_3-CH_2Cl = C_2H_5Cl$ wird durch Einwirkung gasförmiger Salzsäure auf Aethylalkohol als eine angenehm riechende, bei 12° siedende Flüssigkeit erhalten; lässt man Chlor auf Aethylchlorid einwirken, so erhält man eine Reihe von Verbindungen, von denen der Aether hydrochloratus, Aether s. Liqu. anaesthet. Aranii am bekanntesten ist. Derselbe stellt ein variables Gemisch von leichtem und schwerem Salzäther neben Aethylenchlorid u. s. w. dar.

Der Spiritus chloratus-aetherius, Spiritus muriaticus aetherens, Spiritus salis dulcis, schwerer Salzäther, ein wechselndes Gemenge von Alkohol, Aldehyd, Chloräthyl, Chloral, Essig-Aether, wird durch Destillation von Kochsalz, Braunstein, Schwefelsäure und Weingeist dargestellt.

Die **Einwirkung dieser verschiedenen Verbindungen in Dunstform auf den thierischen Organismus** bietet ziemlich wenig Differenz. Aethylchlorid reizt nach den Versuchen an Thieren alle Schleimhäute, mit denen seine Dämpfe in Berührung kommen; hierfür sprechen das Speicheln, das Thränen der Augen, der Husten u. s. w. Bei jungen Katzen zeigte sich eine ganz kurze Narkose ohne ausgesprochene Anästhesie, wenn die Dämpfe wenigstens 48 Minuten hindurch anhaltend zur Einwirkung gelangten.

Mit Spir. mur. aeth., schwerem Salzäther, wurde ein Baumwollpfropfen ganz angefeuchtet und in den Grund eines Trichters gebracht. Ein Kaninchen wurde 30 M. lang mit dem Maule unter wiederholter Anfeuchtung des Pfropfens in der Trichtermündung festgehalten. Es trat gar keine Narkose ein.

Der Liquor anaestheticus wurde früher, wie schon sein Name andeutet, als Anaestheticum angewendet, aber mit wenig Berechtigung; er unterscheidet sich in dieser Beziehung nicht viel von den beiden vorhergenannten Verbindungen. Alle drei Verbindungen finden nur sehr wenig Verwendung mehr.

b) **Bromäthyl** $CH_3-CH_2Br = C_2H_5Br$ wird dargestellt, indem man auf Alkohol, in dem sich geschmolzener Phosphor befindet, Brom langsam zutröpfelt. Es ist eine farblose, bei 41° siedende, in Wasser unlösliche, in Alkohol und Aether leicht lösliche Flüssigkeit von angenehmem, ätherischem Geruche.

Auf den Organismus soll es nach *Turnbull* ähnlich wie Jodäthyl wirken, nur mit dem Unterschiede, dass die Anästhesie noch geringer sei; *Robin* will danach bei Vögeln rasch eintretende Anästhesie beobachtet haben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass Bromäthyl sich ähnlich wie Jodäthyl verhält, aber in jeder Beziehung eine schwächere Wirkung entfaltet; es wird im Organismus wie Jodäthyl zersetzt und wirkt dann fast wie reines Bromalkali; auch tritt es schliesslich im Harn und Schweisse als Bromnatrium auf.

Verwendung findet es in der Anilinfarbenfabrication.

c) **Aethyljodid, Jodäthyl, Jodäther** $CH_3-CH_2J = C_2H_5J$ entsteht durch Auflösen von Jod in Alkohol unter Zugabe von Phosphor mit nachfolgender Destillation.

Zur Darstellung im Grossen gebraucht man eine gusseiserne emaillirte Blase, welche einen doppelten Boden hat und durch Einleiten von Dampf erwärmt wird; sie steht mit einem Kühler in Verbindung, dessen Schlangenrohr aus metallischem Kupfer besteht. In die Lösung von Jod in Alkohol wird vorsichtig amorpher Phosphor eingetragen; nach 48 Stunden beginnt die Destillation einer farblosen Flüssigkeit, wobei die Wärme 72° nicht übersteigen darf, weil Jodäthyl schon bei 72° siedet. An das

Schlangenrohr ist stets ein Gassammler zum Condensiren der sich verflüchtigenden Dämpfe anzubringen, was schon wegen der Feuersgefahr erforderlich ist. Sonst bietet die Fabrication kein sanitäres Bedenken dar.

Anwendung findet Jodäthyl vorzugsweise bei der Fabrication von *Hoffmann's* Violett; seine Benutzung hat aber in letzterer Zeit bei den Anilinfarben sehr abgenommen, seitdem die Methylverbindungen die Oberhand erhalten haben.

Einwirkung des Jodäthyls auf den thierischen Organismus. 1) Ein Kaninchen sitzt in der Glocke; 20 Tropfen (= 0,50 Grm.) Jodäthyl werden erwärmt. Sobald der Dampf in die Glocke dringt, stockt der Athem und die Nase wird feucht. Nach 4 M. Zusatz von 60 Tropfen; Zurückziehen des Kopfes, Thränen der Augen, kurz darauf Taumel, Bauchlage, jämmerliches Schreien und Aufsperren des Mauls. Nach 6 M. Herausnahme unter Aufschreien des Thiers; Pupille in mittler Contraction, Blinzeln der Augen, Schlaffheit der hintern Extremitäten, beschleunigter Herzschlag, Aufrichten des Kopfes; nach 1 M 20 Inspir. binnen ¼ M., auf die Seite gelegt, erhebt es sich rasch; nach 9 M. vollkommene Sensibilität; nach 15 M. läuft es wieder einher; Nachkrankheiten entstehen nicht.

2) Eine Taube wird mit dem Kopfe in ein weites Glasrohr gesteckt, welches an beiden Enden offen ist und in welches ein mit 20 Tropfen Jodäthyl imprägnirter Baumwollpfropfen eingebracht wird. Nach 2 M. beschwerte Respiration mit Oeffnen des Schnabels, dann vollständige Anästhesie, aber deutlicher Herzschlag und regelmässige Respiration: nach 3 M. die heftigsten Convulsionen, dann ein paarmaliges schwaches Aufathmen bei aufgehobenem Herzschlage; die Pupille bleibt erweitert, die natürliche Temperatur noch eine halbe Stunde dieselbe; nach 1 Stunde vollständige Leichenstarre.

Section 24 Stunden hernach. Cornea trübe und eingefallen, auf der Dura mater eine sehr dünne wässrige Blutlage, an der Med. oblong. stark injicirte Blutgefässe; Lungen von hellziegelrother Farbe, auf den Durchschnittsflächen des Parenchyms nur wenig geronnenes Blut; an der Bifurcation eine dünne Lage blutigen Serums auf der Schleimhaut; alle grössern Blutgefässe mit geronnenem Blute angefüllt; die rechte Hälfte des Herzens mit flüssigem Blute angefüllt, in der linken etwas geronnenes Blut; der Herzmuskel erscheint stark injicirt; wenig flüssiges, in der Brusthöhle angesammeltes Blut von dunkelkirschrother Farbe, röthet sich aber an der Luft ziemlich lebhaft.

Die Brustmuskeln wurden mit Alkohol von 85° ausgezogen, dann Aetzkali in fester Form zugesetzt und eine halbe Stunde lang im Sieden erhalten; nach der Abdestillation des Alkohols wurde der Rückstand in Wasser aufgenommen, ein Theil davon mit Essigsäure neutralisirt und dann mit Bleizuckerlösung behandelt. Es entstand sofort ein schöner gelber Niederschlag; derselbe wurde abfiltrirt, mit Wasser ausgesüsst und in kochendem Wasser gelöst. Die Lösung war farblos und beim Erkalten entstanden schöne goldgelbe Blätter von Jodblei. Das Blut wurde ähnlich wie das Fleisch behandelt, das Jod jedoch als Jodstärkemehl nachgewiesen. Im Harn kann Jod nur als Jodnatrium auftreten.

Die Dämpfe von Jodäthyl üben eine höchst gefährliche Wirkung auf den thierischen Organismus aus. Dieselbe rührt jedenfalls nicht von einer zufälligen Verunreinigung des Präparats mit Phosphor her, wie Nunneley[2]) glaubt; das zu den Versuchen benutzte Präparat war vollkommen rein und rief doch in kurzer Zeit bei einer Taube die heftigsten Convulsionen hervor. Die dadurch erzeugte Anästhesie war in diesem Falle der Vorbote des Todes, der durch Lähmung der Athmung rasch eintrat. Der Vorschlag, die Inhalation der Dämpfe als Antidot gegen Vergiftungen durch Alkaloide oder Metalle anzuwenden (Huette), empfiehlt sich demnach nicht, abgesehen davon, dass nur Kupfer, Silber und Thallium mit Jod unlösliche Verbindungen eingeht.

2) Zwei H des Aethans sind durch Cl, Br oder J vertreten.

a) **Aethylenchlorid, Elaylchlorid, Liquor Hollandicus,** $CH_2Cl-CH_2Cl = C_2H_4Cl_2$ bildet sich, wenn Aethylen $CH_2=CH_2$ mit Chlor im Sonnenlichte zusammentrifft. Dargestellt wird es durch Einleiten von Chlor und Aethylen zu gleichen Theilen in siedendes Antimonpentachlorid. Eine farblose, angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 85° siedet und im Wasser zu Boden sinkt.

Einwirkung des Aethylenchlorids auf den thierischen Organismus. Ein kleines Kaninchen sitzt in dem grossen Glaskasten; 5 Grm. der Flüssigkeit wurden auf den

Boden desselben geschüttet. Nach 4 M. reibt es mit den Pfoten anhaltend das Maul, taumelt, fällt hin, steht aber wieder auf. Zusatz von 2 Grm. der Flüssigkeit nach 10 M.: das Thier fällt wieder hin und bleibt mit Schleimrasseln in der Kehle liegen; nach 12 M. Herausnahme des Kaninchens. Vollständige Anästhesie bei erweiterter Pupille und gerötheter Conjunctiva: nach 5 M. reagirt das Thier wieder bei Berührung des Auges, fällt aber nach 8 M. beim Aufstehen wieder hin. Schwache Gehversuche nach 12 M., vollständige Restitution erst nach 5 Stunden.

Aethylenchlorid wurde nach dem Aether als Anaestheticum in Vorschlag gebracht, hat aber als solches niemals eine grosse Verbreitung erlangt; es reizt leicht die Luftwege und ruft bei Menschen oft hartnäckiges Erbrechen hervor.

Eine zarte, 26jährige Frau wurde aus Irrthum statt mit Aethylidenchlorid mit Aethylenchlorid wegen einer Zahnoperation betäubt. Die Narkose trat viel später als bei Aethylidenchlorid ein und dauerte nur 2 Minuten lang. Eine grosse Eingenommenheit des Kopfes hielt eine Viertelstunde lang an, wozu sich dann Erbrechen gesellte, welches sich 4 Stunden lang in Zwischenräumen von 5—10 Minuten wiederholte und schliesslich noch 5 Stunden lang alle 15—20 Minuten eintrat. Am andern Tage war grosse Mattigkeit vorhanden und es stellte sich bei körperlichen Bewegungen noch Uebelsein ein.

Aethylidenchlorid $CH_3 - CHCl_2$ oder $C_2H_4Cl_2$ ist isomer dem Aethylenchlorid und wird als erstes Product erhalten, wenn man Chlor auf Chloräthyl einwirken lässt. Es ist eine farblose Flüssigkeit von angenehmem Geruche, deren Siedepunct bei 60° liegt.

Regnault hat 1834 diesen Körper zuerst als Ether chlorhydrique monochlorure bezeichnet: er wurde später als Chloräthyliden bekannter, aber erst in der neuern Zeit als Anaestheticum eingeführt. Das Aethylidenchlorid hat viele warme Vertheidiger gefunden und namentlich in der Zahnheilkunde das Stickoxydul wieder verdrängt, da es den Vortheil hat, binnen 1—3 Minuten eine kurze Anästhesie hervorzubringen, ohne die Luftwege zu reizen: auch als Anästheticum für Kinder wird es gerühmt.[3])

Bei der Anwendung dieses Mittels muss man besonders darauf achten, dass es den richtigen Siedepunct von 60—62° hat.

b) **Aethylenbromid** $CH_2Br - CH_2Br = C_2H_4Br_2$ entsteht beim Schütteln von Aethylen mit Brom. Eine farblose, ätherartige Flüssigkeit, welche erst bei 0° C. zu einer campherartigen Masse erstarrt und bei 129° siedet.

Technische Verwendung hat sie noch nicht gefunden.

Einwirkung von Aethylenbromid auf den thierischen Organismus. Aethylenbromid wurde aus 1 G. Th. Aethylensulfid und 6 G. Th. Bromquecksilber (Quecksilberbromid) dargestellt. Die beim Erhitzen sich entwickelnden Dämpfe wurden über Quecksilberoxyd in den Zinkkasten, in welchem eine Taube sass, geleitet. Sogleich Blinzeln der Augen, starkes Thränen und Schütteln mit dem Kopfe, dann beschwerliche Respiration, starkes Schwanken, Zurückziehen des Kopfes und die heftigsten Convulsionen. Bei der Herausnahme nach 6 M. starkes Zittern des ganzen Körpers, Pupille etwas erweitert, Augen schwach opalisirt, Ausfluss von Schleim aus dem Schnabel und gleich darauf Tod.

Section nach 20 Stunden. Ein schwaches Blutextravasat im Zellgewebe in der Umgebung des Kehlkopfs; Hirnhäute sehr blutreich, das Kleinhirn und die Med. oblong. mit einer ganz dünnen Blutlage bedeckt: Plex. venos. spin. sehr stark angefüllt: auf den Durchschnittsflächen der blassrothen Lungen treten einige Tropfen flüssiges Blut zu Tage: das ganze Herz strotzt von dickflüssigem, schwarzrothem Blute, welches an der Luft bald gerinnt: Leber und Nieren blutreich: in allen Höhlen giebt sich ein unangenehmer Geruch nach Rettig kund.

c) **Aethylenjodid** $CH_2J - CH_2J = C_2H_4J_2$ bildet sich, wenn man Aethylen und Jod im Sonnenlicht zusammenbringt, oder wenn man Aethylensulfid mit Jodquecksilber erhitzt: letzteres Product enthält wahrscheinlich noch etwas Aethylensulfid.

Es krystallisirt in farblosen, schnell roth werdenden Krystallen, welche aromatisch riechen, gewürzartig schmecken und bei 100° sublimiren; sie sind nur in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen löslich.

Einwirkung von Aethylenjodid auf den thierischen Organismus. Aethylenjodid wurde aus 1 G. Th. Aethylensulfid und 7,56 G. Th. Quecksilberjodid dargestellt: die beim Erhitzen sich entwickelnden Dämpfe wurden in den Zinkkasten, in welchem ein Meerschweinchen sass, geleitet. Schon nach 1 M. starkes Reiben der Nase, Hinstürzen und schwache Convulsionen in allen Extremitäten. Bei der Herausnahme des Thiers nach

2 M. stehen die Augen in Thränen, die Pupille ist sehr erweitert und der Herzschlag hört nach ein paar krampfhaften Inspirationen unter heftigem Zittern auf.

Section 20 Stunden hernach. Hirnhäute sehr blutreich, Plex. venos. spin. von normalem Blutgehalte; die Schleimhaut der Luftröhren schwach injicirt; die rechte Lunge und der untere linke Lungenlappen blauroth und blutreich, an der Luft zeigen sich einzelne röthliche Marmorirungen: auf den Durchschnitten tritt beim Zusammendrücken ein feiner weisser Schaum aus; das Parenchym knistert wenig beim Einschneiden. Das ganze Herz ist mit schwarzrothem, dickflüssigem Blute angefüllt, welches sich an der Luft nur schwach röthet. Leber und Nieren sind dunkel gefärbt und sehr blutreich.

Aethylenbromid und Aethylenjodid wirken gleich gefährlich auf den thierischen Organismus; während Aethylenjodid offenbar den Tod durch Asphyxie erzeugt, wirkt Aethylenbromid vorzugsweise auf den Herznervenapparat deletär ein. Die Schleimhaut der Augen und der Respirationswege wird durch beide Verbindungen irritirt.

Durch fortgesetzte Einwirkung von Chlor auf Aethylchlorid entstehen noch viele Körper, welche früher Chlorkohlenstoffe genannt wurden*). Man unterscheidet die höher gechlorten Aethane, die bei der Behandlung mit alkoholischer Kalilauge oder Kaliumsulfhydrat HCl abgeben und in gechlorte Aethylene übergehen.

Einige dieser Verbindungen verdienen eine genauere Erwähnung, weil sie früher in der Medicin und in der Farbentechnik benutzt wurden.

Tetrachloraethylen $CCl_2{=}CCl_2 = C_2Cl_4$ entsteht durch Einwirkung einer weingeistigen Lösung von Kaliumsulfhydrat auf Perchloraethan C_2Cl_6 unter Entweichung von H_2S und Ausscheidung von Schwefel und Chlorkalium:

$$CCl_3\text{—}CCl_3 + 2KHS = C_2Cl_4 + 2KCl + H_2S + S.$$

Der Siedepunct dieser in Wasser unlöslichen Flüssigkeit liegt bei 124°.

Perchloraethan $CCl_3\text{—}CCl_3 = C_2Cl_6$ ist das Endproduct der Einwirkung von Chlor auf Aethylchlorid und stellt rhombische Krystalle dar, welche in Weingeist löslich sind, bei 160° schmelzen und bei 182° sieden.

Die **Einwirkung dieser Verbindungen auf den thierischen Organismus** ist sehr verschieden beurtheilt worden, weil die Präparate wegen der Schwierigkeit ihrer Darstellung von sehr mannigfacher Beschaffenheit waren, daher auch ihre Wirkung sich verschieden gestaltete.

Alle Präparate üben aber mehr oder weniger eine reizende Wirkung aus. 20 Tropfen von Tetrachloraethylen, welche auf einem damit befeuchteten Leinwandstreifen zur Verdunstung kamen, brachten ein im Zinkkasten sitzendes Meerschweinchen nach 12 M. in Anästhesie, nachdem viel Speicheln, Zittern und convulsivische Zuckungen vorausgegangen waren. Nach 5 M. traten die ersten Zeichen der zurückgekehrten Sensibilität am Auge ein, dann schwache Muskelbewegungen und deutlicher Rhonchus sonorus in den Bronchien. Restitution nach 1 Stunde.

Eine Taube verfiel im Zinkkasten nach 10 M. bei der Verdampfung von 40 Tropfen in Anästhesie, litt aber noch 2 Tage lang an Husten, Reizung der Bronchien und starkem Herzschlage.

Von Perchloraethan wurden 0,50 Grm in einem Becherglase erwärmt, in welches eine Taube mit dem Kopfe gebracht wurde. Sofort verlangsamt sich die Respiration und nach 2 M. ist die Taube anästhetisch: man kann sie wie einen todten Körper hin und her bewegen; Pupille sehr verengt, 8 Inspir. und 30 Herzschläge binnen $\frac{1}{4}$ M.; die Körperwärme hat um 1,5° abgenommen. Nach 5 M. erhebt sie zuerst ein wenig den Kopf; gleich darauf starkes Vibriren; nach 9 M. erhebt sie sich und fängt 2 M. später an zu gehen. Nach 13 M. stürzt sie auf den Kopf, erhebt sich aber sofort**); erst nach 1 Stunde scheint sie frei von Taumel zu sein, die Pupille hat wieder den normalen Durchmesser, der Herzschlag ist aber noch stark.

Ein Meerschweinchen wird mit dem Maule in ein Becherglas gebracht, in welchem 0,5 Grm. Perchloraethan schwach erwärmt worden. Nach 3 M. sind die Glieder erschlafft und das Thier wird mit dem Kopfe im Glase hingelegt; die Zahl der Inspir.

---

*) Der eigentliche Chlorkohlenstoff CCl_4 ist bereits erwähnt worden (s. S. 373).

**) Dies Stürzen auf den Kopf zeigte sich auch bei einer andern Taube bei den ersten Gehversuchen.

sinkt auf 6 binnen 1/4 M.; sie werden tiefer und seltener, bis nach 5 M. schon der Tod bei sehr erweiterter Pupille und rascher Abnahme der Körperwärme eingetreten ist.

Section 24 Stunden hernach. Hirnhäute sehr hyperämisch; über der Pia mater des Kleinhirns eine dünne Lage flüssigen Blutes; Lungen schmutzig-blauroth gefärbt, das Parenchym von dunkelbrauner, fast schwärzlicher Farbe und sehr reich an Blut; am linken Unter-Lappen tritt auf den Durchschnittsflächen ein weisser Schaum hervor; Schleimhaut der Trachea stark injicirt. Beide Vorhöfe und der rechte Ventrikel des Herzens ganz mit geronnenem Blute angefüllt. Alle Höhlen entwickelten einen Geruch nach Perchloraethan.

Diese Versuche fordern nicht dazu auf, diese Verbindungen als Anaesthetica zu empfehlen. Sie haben stets eine deletäre Wirkung, namentlich wenn man den schnellen Tod des Meerschweinchens in Folge von Apoplexie hierbei in Betracht zieht.

Die **technische Verwendung** dieser Verbindungen in der Anilinfarbenfabrication hat in der letzten Zeit sehr nachgelassen.

B. Hydroxyl-Substitutionsproducte des Aethans.

Aethylalkohol, Alkohol, Weingeist, Spiritus vini, $CH_3-CH_3(OH) = C_2H_6O$, entsteht stets als Kunstproduct bei der Gährung des Traubenzuckers, welcher hierbei in Alkohol und Kohlensäure zerfällt:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_6O + 2\,CO_2.$$

Die **Einwirkung der Dämpfe von Alkohol auf den thierischen Organismus** vermag eine kurze Anästhesie zu erzeugen. Nachdem im grossen Glaskasten im Verlaufe von 30 M. 60 Grm. Alkohol von 98° in Partien von 15 Grm. verdampft waren, empfand ein Kaninchen zuerst einen heftigen Reiz in der Nasenhöhle, schwankte dann hin und her, bis es in der Seitenlage liegen blieb. Nach 55 M. zeigt es beim Schütteln des Kastens keine Reaction und hustet nur bisweilen; nach 70 M. ist die rechte Hornhaut milchig getrübt (in Folge von Wasserentziehung) und nach 1 St. 15 M. ist die Anästhesie vollständig. Bei der Herausnahme sind nur die Augen ein wenig empfindlich, nach 5 M. richtet es sich aber mit dem Oberkörper wieder auf und bleibt dann 3 Stunden lang ruhig auf derselben Stelle sitzen. Nachkrankheiten entstehen nicht; die milchige Trübung der Hornhaut schwindet erst nach 18 Tagen.[4])

Weingeistindustrie.

Die vergohrenen Fruchtsäfte und die verschiedenen Weinarten geben bei der Destillation alkoholreiche Destillate; das Ferment ist hier immer schon präexistirend; bei stärkemehlreichen Samen und Knollen wird der Stärkemehlgehalt derselben durch Diastase (Malz) erst in Zucker verwandelt, dann die sogenannte Maische durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht und durch Destillation der vergohrenen Flüssigkeit der Alkohol gewonnen.

Je nachdem man eine Samenfrucht, einen Frucht- oder Pflanzensaft verbraucht hat, verbleibt dem Producte ein eigenthümlicher Geruch und Geschmack; man braucht nur an aus Reis und Palmensaft bereiteten Arrac, an den aus Syrupen der Zuckerplantagen dargestellten Rum, an Kornbranntwein u. s. w. zu riechen, um den jeder dieser Flüssigkeiten eigenthümlichen Geruch wahrzunehmen. Ebenso unterscheiden sich die Producte, welche aus Zuckerrüben und Melassen, aus den Knollen von Kartoffeln, von Topinambur und Arumarten, aus Kastanien und Eicheln bereitet werden.

Nach der Beschaffenheit der Rohmaterialien unterscheidet man 1) die Verarbeitung von alkoholartigen Flüssigkeiten, um den bereits vorhandenen Alkohol von jenen fremden Bestandtheilen zu befreien; dies geschieht mittels Destilliren. Das erste Destillationsproduct heisst Lutter; die Rectification des Lutters heisst Weinen, Klären, und das hierbei zuerst übergehende Destillat wird Vorlauf und das zuletzt übergehende Nachlauf genannt; letzterer wird

dem Lutter wieder zugegeben. Die stärkern Sorten von Weingeist werden durch weitere Rectification dargestellt.

In der Industrie sind jetzt allgemein die Apparate von Pistorius, Schwarz und Gall eingeführt, mittels welcher es möglich geworden ist, aus der Maische direct durch eine einmalige Destillation starken Weingeist von 95° Tralles darzustellen.

Man unterscheidet bei diesen Destillirapparaten die Blase oder den Kessel für die Aufnahme des Maischgutes, zwei Kühlapparate, von denen der eine als Rectificator, der andere als Condensator für die fertigen Producte dient, und einen Dephlegmator, welcher für die Zerlegung des Dampfgemischs (Lutterdampfes) bestimmt ist, indem der aus vielem Wasser bestehende Theil sich verdichtet und in die Blase zurückfliesst, der andere alkoholreichere Theil aber dampfförmig bleibt und in den Kühlapparat gelangt.

Beim Sieden entstehen Dämpfe aus Alkohol und Wasser. Je nach der Vermischung derselben bilden sich verschiedene Siedepuncte, da der Siedepunct des Wassers um 21,7° C. höher liegt als der des Alkohols. Ist nun z. B. der Siedepunct von 90° erreicht, so wird sich von dem Alkohol wegen seines niedrigeren Siedepunctes der grösste Theil dampfförmig entwickeln, während das auf diesen Grad erhitzte Wasser nur so viel Wasserdampf abgibt, als die Alkoholdämpfe bei ihrem Durchgange durch das Gemisch von Alkohol und Wasser nach dem Grade der Temperatur davon aufnehmen. Je höher der Siedepunct steigt, desto mehr wird auch die Menge der Wasserdämpfe zunehmen, so dass bei 100°, beim Siedepuncte des Wassers, nur Wasser übergeht: beim Beginne der Destillation bestehen dagegen die Dämpfe aus viel Alkohol und sehr wenig Wasser und erst bei zunehmender Temperatur aus mehr Wasser.

Die Hauptsache beruht daher auf der Beobachtung der verschiedenen Siedepuncte verschiedener Gemische von Wasser und Alkohol und der verschiedenen specifischen Gewichte beider Dämpfe, sowie auf der rechtzeitigen Unterbrechung der Destillation. Der ganze Process ist nur als eine fractionirte Destillation in der grössten Vollkommenheit zu betrachten und repräsentirt eine 20—30fache Rectification.

Nach dem Gehalt an Wasser unterscheidet man Branntwein mit 28° Tr., rectificirten Weingeist mit 80° Tr. und höchst rectificirten Weingeist mit 90° Tr. Hierbei bleibt noch immer ein gewisser Antheil Wasser zurück: es ist aber nicht möglich, den Weingeist durch Destillation allein ohne Zusatz wasserentziehender Substanzen vollständig zu entwässern, da der Siedepunct des absoluten Alkohols höher liegt als der des wässrigen. Zur chemischen Bindung des Wassers setzt man deshalb schliesslich Aetzkalk oder entwässertes Kupfersulfat hinzu, um absoluten Alkohol von 100° Tr. darzustellen, der bei 78,5° siedet und bei 15° das spec. Gew. 0,79 hat.

2) Die Verarbeitung zuckerhaltiger Substanzen. Hier muss zunächst die Umwandlung des Zuckers in Alkohol mittels des Gährungsprocesses erfolgen.

Letzterer wird entweder durch Selbstgährung oder durch Zusatz von Hefe bewirkt, die entweder den Bierbrauereien entnommen oder in den Spiritusfabriken selbst cultivirt wird. Im letztern Falle wird entweder die zuckerhaltige Flüssigkeit durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht oder es wird aus Malzschrot mittels warmen Wassers eine concentrirte zuckerhaltige Flüssigkeit hergestellt, die man mittels Hefe in Gährung versetzt und zur Cultur der Kunsthefe dient.[5]) Bei Rübenmelassen ist wegen ihres Alkaligehalts ein Zusatz von Schwefelsäure nöthig, während bei den Rübensäften die Vergährung bei Gegenwart der Säure viel regelmässiger verläuft.

3) Verarbeitung stärkemehlhaltiger Substanzen. Hier muss noch die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker hinzukommen, um den Gährungsprocess zu ermöglichen. Dies geschieht durch Zusatz von Malz, da die in demselben enthaltene Diastase das Stärkemehl veranlasst, Wasser aufzunehmen, um sich in Dextrin und dann in Traubenzucker zu verwandeln (s. Traubenzucker).

Man nennt dies Verfahren den Maischprocess oder das Einmaischen, wozu man besondere Apparate, Maischbottiche, benutzt (s. Bierbrauerei). Nach beendigter Zuckerbildung erfolgt ein rasches Abkühlen der Maische mittels besonderer Kühlapparate, wobei die Klärung der Würze, die in der Bierbrauerei nothwendig ist, ganz wegfällt.

Als den Typus für den ganzen Brennprocess kann man die Kartoffel- und Fruchtbrennerei betrachten. In Deutschland liefern hauptsächlich die Kartoffeln das wichtigste Rohmaterial; diese werden zuerst in die Waschmaschine gebracht, welche aus einem schiefliegenden Cylinder von Latten besteht, der sich in einem mit Wasser gespeisten Troge um seine Achse bewegt. Von hier aus gelangen die Knollen in einen aufrecht stehenden Cylinder, in das sog. Dämpffass, in welchem dieselben durch die eingeblasenen Dämpfe eines Dampfkessels gar gekocht werden. Der hierbei auftretende Wasserdampf ist mit einem höchst unangenehmen und belästigenden Geruch behaftet, er soll ein flüchtiges narkotisches Gift enthalten, welches auf manche reizbare Constitutionen höchst nachtheilig einwirkt; es existiren Beispiele, dass Menschen, die davon getroffen worden, wie ohnmächtig hinstürzten. Wenn schon gesunde Kartoffeln eine so unangenehme schädliche Ausdünstung beim Kochen hervorrufen, so sind diese Dämpfe um so mehr zu beachten, wenn kranke, erfrorene oder faulende Kartoffeln oder im Spätwinter und Frühjahr ausgewachsene Kartoffeln zur Verwendung kommen.

Die abfallenden Wässer, die sogenannten Kochwässer, bestehen grösstentheils aus Condensationswasser, das mit geringen Mengen des in den Kartoffeln enthaltenen Wassers vermischt ist; sie zeichnen sich durch einen Gehalt an Solanin aus, haben einen höchst unangenehmen, kratzenden Geschmack und dürfen nur nach der Behandlung mit Kalk in Schlinggruben oder öffentliche Canäle abgelassen werden, da ihr Gehalt an organischen vegetabilischen Substanzen, Gummi, Stärkemehl, Solanin u. s. w. ihre leichte Zersetzung resp. Fäulniss bedingt.

Durch den Kalkzusatz erhält man einen flockigen Niederschlag, welcher alles Solanin enthält: behandelt man denselben mit verdünnter Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction, präcipitirt das Filtrat abermals mit Kalkmilch und behandelt den getrockneten Kalkniederschlag mit siedendem Alkohol, so schiesst beim Erkalten das Solanin in zarten, atlasglänzenden Nadeln an.

Ein geringerer Gehalt an Solanin lässt sich in der alkoholischen Lösung dadurch nachweisen, dass man in einem Uhrglase einige Tropfen concentrirte Schwefelsäure damit zusammenbringt, wodurch dann zuerst eine schöne violettrothe Farbe entsteht, welche sich allmählig in Orange verwandelt.

In der That hat man auch beim Vieh nach dem Genusse eines solchen solaninhaltigen Wassers Krankheitszustände, namentlich bei Kühen ein heftiges Zittern, beobachtet.

Die Kartoffeln gelangen nun aus dem Dampffass in einen grossen hölzernen Trichter, welcher am untern Ende mit zwei cannelirten Quetschwalzen versehen ist und über einen Bottich mündet. Das Quetschgut wird im Bottich mit so viel Wasser versetzt, dass es einen dünnen Brei bildet und ungefähr die Temperatur von 60° R. hat. Man gibt dann das geschrotete Gersten-, Roggen-, Weizen- oder Hafermalz hinzu und bearbeitet die breiige Masse in einem flachen Kühlschiff durch starkes Rühren und Schlagen mit gabelförmigen Schaufeln; man nennt diese Arbeit das Beschlagen der Maische. Der Beschlag dauert nach dem Umfange der Masse $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Stunden; man benutzt gegenwärtig hierzu besondere Kühlapparate nach *Siemens* und *Liebig*. Nach Beendigung der Zuckerbildung gibt man nun so viel kaltes Wasser hinzu, dass das Maischgut höchstens nur noch 20—22° R. hat und fügt dann Bierhefe hinzu.

Der gebildete Zucker gelangt unter starker Kohlensäureentwicklung sofort zur Gährung; da dieselbe den Bottich leicht übersteigt und sich am Boden des Fabriklocals ansammelt, so können die Arbeiter, z. B. beim Bücken, einer grossen Gefahr ausgesetzt sein, wenn man nicht für die Ableitung der Kohlensäure sorgt. Unterlässt man überhaupt die erforderlichen Vorsichtsmassregeln,

so haben die Arbeiter häufig von dem nachtheiligen Einfluss der Kohlensäure zu leiden, der sich auf die Dauer in Störungen der normalen Blutbildung äussert und einen eigenthümlichen Zustand von Oligaemie mit allgemeiner Schwäche, Verdauungsstörungen und nervöser Reizbarkeit erzeugt.

Das vergohrene Maischgut nennt man brennwürdig; es wird dann der Destillation unterworfen. Die Rückstände im Kessel, Phlegma, Schlempe, Spülicht genannt, werden zur Viehmast benutzt: sie enthalten eine Menge von unverändertem Stärkemehl, Dextrin, Gummi und die Salze der gebrauchten Vegetabilien. Wird das Spülicht sich selbst überlassen, so bilden sich in demselben leicht Schimmelpilze neben Milch-, Butter- und Essigsäure. Wegen dieser Säuren kann das Spülicht zum Putzen kupferner und messingener Gefässe verwendet werden; es dürfen deshalb die Geschirre, in denen man Spülicht für die Viehfütterung aufbewahrt, nicht aus leicht oxydirbaren Metallen, wie Blei, Zink, Kupfer oder Messing, bestehen. Ebensowenig zulässig ist es, dass die Abzugsröhren für die Schlempe aus diesen Metallen angefertigt sind. Die Nichtbeachtung dieser Massregel kann Krankheit und Tod der Thiere zur Folge haben. Noch unvorsichtiger ist es, solche Gefässe mit Mennigfarben anzustreichen; heftige Bleikoliken bilden sich dann sicherlich aus.

Da das Maischgut ein Oxyd des Alkohols resp. Essigsäure enthält, so ist es leicht erklärlich, dass der Branntwein, welcher mit dieser Säure geschwängert ist und dessen Dämpfe mittels kupferner Schlangen abgekühlt worden sind, kupferhaltig wird; schon die blosse Farbe lässt dies leicht erkennen. Unzweifelhaft kann aber auch bei einem geringen Gehalte an Kupfer dasselbe durch Ferrocyankalium-Papier leicht nachgewiesen werden, indem dasselbe alsdann rothbraun gefärbt wird; es sollte deshalb dies Reagenspapier niemals in einer Brennerei fehlen, da Kupfer fast das einzige Metall ist, welches hier zur Sprache kommen kann. Was von andern metallischen Verunreinigungen des Branntweins gesagt wird, entbehrt in den meisten Fällen einer genauern Begründung und pflanzt sich, wie so vieles Andere, traditionell aus einem Lehrbuch in das andere fort. Aller etwaige Metallgehalt des Branntweins wird überhaupt durch die Läuterung, sowohl durch die Destillation als auch durch Filtration über Schwarzmehl (fein gepulverte Holzkohle), beseitigt. Was man z. B. von dem Bleigehalte des Branntweins behauptet, welcher von den bleihaltigen Löthungen und Verzinnungen an den Kupfergefässen in Folge von Ausbesserungen herrühren soll, ist erfahrungsgemäss gar nicht bewiesen. In der Regel sind die Kühlschlangen mit Hartloth, d. h. mit Messing im Feuer gelöthet; sollte selbst durch einen Säuregehalt Blei in Lösung gehen, so müsste die Säure lediglich aus Essigsäure bestehen; nun treten aber bekanntlich auch andere fette Säuren, wie Butter-, Baldrian-, Capron- und Caprylsäure auf, die mit dem Blei pflasterähnliche Verbindungen bilden, die in Weingeist, also auch in verdünntem Weingeist, im Branntwein, theils schwer, theils unlöslich sind.

Ein directer Versuch, bei welchem eine Kühlschlange von Blei in Anwendung kam, ergab erst dann einen Bleigehalt, wenn der Weingeist grösstentheils abdestillirt war und zuletzt fast reines Wasser condensirt wurde. Das Destillat war dann opalisirend, milchig getrübt und zwar von Bleihydrat resp. Bleicarbonat, dessen Entstehung die Wasserdämpfe veranlassten. Sind die Brennblasen im Innern verzinnt, was jedoch selten vorkommt, und ist dem Zinn Blei beigemengt, so ist es nicht unmöglich, dass die Schlempe bleihaltig wird und dann als Viehfutter schädlich einwirken kann. Ebenso kann auch die Schlempe bei einer längern Unterbrechung des Betriebes, wenn sich in Folge dessen in der Blase basisch essigsaures und kohlensaures Kupfer gebildet hat, bei der ersten Beschickung kupferhaltig werden.

Im Branntwein können somit alle andern Metalle, ausser Kupfer, nur zufällig oder aus Unvorsichtigkeit enthalten sein. Hätte z. B. ein Branntwein mit saurer Reaction in Zinkgefässen gestanden, so würde der Zinkgehalt desselben nicht auffallend sein. Jedenfalls ist die Anwendung von messingenen Messgeschirren, Trichtern und Hähnen an den Branntweinfässern unzulässig und sollten dieselben strenger verboten werden; zu Hähnen eignet sich Holz am besten und für die andern Gefässe sind nur reines Zinn, Porcellan oder Steingut zulässig.

Ein Zusatz von gebranntem Alaun zum Branntwein, wodurch der durch Vermischung mit Wasser trübe gewordene Branntwein geklärt werden soll, ist jedenfalls unschädlich. Durch denselben erfolgt stets Wasserentziehung; gleichzeitig wird aber auch das Fuselöl gleichsam concentrirter und verstärkt dann den eigenthümlichen Geschmack.

Der ungerechtfertigte und höchst gefährliche Vorschlag, durch Zusatz von arseniger Säure den Branntwein zu entfuseln, ist wohl nirgends zur Ausführung gekommen; ebensowenig wird man Schwefelsäure dem fertigen Branntwein zusetzen, da dadurch ein wüster und unangenehmer Geschmack entsteht. Ein schwacher Zusatz der-

selben vor der Rectification findet nur statt, um Aetherbildung zu veranlassen. Man hat aber dann auf die Rückstände um so mehr Sorgfalt zu nehmen, da sie ausser der Schwefelsäure die dieselbe verunreinigenden Stoffe, Arsen, Blei u. s. w., enthalten können. Bei den Rübenmelassen dient die Säure zur Neutralisation der alkalischen Flüssigkeiten (s. S. 405).

Um einen weniger starken Branntwein noch „stärker" zu machen, wurde derselbe früher nicht selten über scharfe Pflanzenstoffe, z. B. über Capsicum, Pfeffer, Seidelbast, Ingwer und selbst über Hyoscianus, Stramonium und Lolch abdestillirt. Die Zusätze der narkotischen Kräuter sind schwer zu erkennen, wohingegen die scharfen Pflanzenstoffe Brennen auf den Lippen und im Munde erzeugen.

Ausser den sauren Verbindungen enthält der Branntwein noch Alkohole der höhern Kohlenstoffreihen, welche man unter den Namen: Fusel, Fuselöl zusammenfasst: durch diese erhält das gewonnene Product den bereits erwähnten Geruch und Geschmack. Der Repräsentant dieses Fuselöls ist das Kartoffelfuselöl, der Amylalkohol, welcher meistens noch Propyl-, Butylalkohol u. s. w. enthält. Im Rum findet sich Ameisensäure-Aethyläther, im Arrac Ameisensäure- und Buttersäure-Aethyläther und im Cognac Oenanthäther, die aus Fuselöl entstehen.

Das Lagern der Branntweine hat zuweilen einen grossen Einfluss auf den Geruch und Geschmack derselben, da nämlich die in denselben enthaltenen Säuren resp. Alkohole allmählig diese eigenthümlichen Aetherarten erzeugen. So findet man z. B. im „alten Klaren" neben dem eigentlichen Fuselöle des Roggens noch Essigäther, welcher offenbar durch die Einwirkung der im Branntwein enthaltenen Essigsäure auf den Alkohol gebildet worden ist. Nicht selten werden durch Zusatz von Ameisensäure zum gewöhnlichen Branntwein oder durch Destillation desselben über Ameisen künstlicher Arrac und Rum fabricirt (s. Ameisensäure-Methyläther S. 377).

Künstlichen Cognac erhält man, wenn man Palmöl, das vorher mit Kaliumchromat und Schwefelsäure oxydirt worden, zu einem Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und 70procentigem Weingeist setzt und dann der Destillation unterwirft. Hier bildet sich Oenanthäther. Ein solcher Branntwein kann in Folge dieses Verfahrens einen Gehalt von schwefliger Säure bekommen, durch welche die kupfernen Schlangen angegriffen werden können, so dass sich schliesslich Kupfervitriol bildet, der jedoch im Weingeist unlöslich ist.

Rectification des Spiritus. Die mit den Apparaten von *Pistorius* und Andern gewonnene alkoholische Flüssigkeit enthält stets Beimengungen von übelriechenden Alkoholen (Fuselöl). Der Kartoffel-, Korn-, Melassen- und Treber-Spiritus sind besonders reich daran.

Die Entfernung dieser Alkohole geschieht durch fractionirte Destillation, da die meisten dieser Alkohole bei 130—150° sieden. Man bedient sich dazu besonderer Rectifications-Apparate von *Cellier-Blumenthal*, *Savalle* u. s. w. Man hat auch chemische Mittel, Chlorcalcium, Kaliumchromat, Eisenchlorid u. s. w. vorgeschlagen, um die fremden Bestandtheile abzuscheiden, was aber nicht gelingt. Die Filtration des auf 56° verdünnten Spiritus mittels Holzkohle hat sich bisher noch am besten bewährt.[6])

Liqueure heissen weingeistige Auszüge aus Pflanzenstoffen oder Mischungen der betreffenden ätherischen Oele mit Weingeist unter reichlichem Zusatze von Zucker und Wasser. Bei den sogenannten Crêmes folgt auf die Digestion noch die Destillation und schliesslich die Versüssung mit Zucker: der über Wachholderbeeren destillirte Branntwein heisst in Holland Genevre und in England Gin: letzterer unterliegt sehr vielen Fälschungen und erhält namentlich Zusätze von scharfen Stoffen.

Ratafia heissen die Branntweine, welche man durch Vermischen von Fruchtsäften, Zucker und Weingeist erhält. Besonders beachtenswerth sind die Branntweine, welche sich durch einen Gehalt an Blausäure auszeichnen: hierher gehören: das einfache und doppelte Kirschwasser, welches sowohl aus Prunusarten als auch aus Amygdaleen bereitet wird: der ungarische Zwetschenbranntwein, genannt Slivovitz, der aus Pfirsichsteinen und Blättern bereitete Persico, sowie der Maraschino, welcher aus einer Kirschart unter Zusatz von Pfirsichblättern u. s. w. bereitet wird.

Der Vogelbeerbranntwein aus Sorbus aucuparia enthält neben Blausäure noch ein eigenthümliches betäubendes Fermentöl, welches sich wahrscheinlich aus dem in den Beeren enthaltenen Sorbin ($C_6H_{12}O_6$) entwickelt. Benutzt man Kirschen, so werden sie von den Stengeln befreit und zerquetscht: das Amygdalin befindet sich in den Kernen und verwandelt sich durch Zersetzung in Bittermandelöl, Blausäure und Zucker. Nachdem man die breiige Masse hat gähren lassen, treibt man Dampf durch dieselbe und beginnt mit der Destillation.

Bei der Destillation aller vergohrenen Flüssigkeiten, welche Blausäure enthalten, ist wohl zu beachten, dass diese Säure flüchtiger als der Alkohol ist, sich im Beginne der Destillation massenhaft entwickelt und bei schlechter Kühlung zum Theil gasförmig

entweichen kann; auch ist der Vorlauf gewöhnlich mit Blausäure gesättigt. Zur Verhütung von Unglücksfällen muss man die nicht condensirten Gase und Dämpfe aus dem Arbeitslocale entfernen; bei Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmassregel sind schon Todesfälle unter den Arbeitern vorgekommen. Zur Beseitigung der Gase dient der Gassammelkasten (s. Holzgeist). Der Vorlauf muss mit der ganzen Ausbeute von Destillationsproducten vermischt werden, weil er durch seinen reichen Gehalt an Blausäure, pur genossen, Vergiftungserscheinungen hervorrufen würde.

Was das Färben der Branntweine betrifft, so dürfen dazu nur unschädliche Stoffe, wie Sandelholz, Kurkuma, Cochenille, Safflor, Karamel u. s. w. genommen werden. Der Gebrauch von Anilinfarben ist zu verbieten, da dieselben bekanntlich häufig noch schädliche metallische Beimengungen, namentlich Arsen, enthalten können; auch Naphtalinfarben, welche man neuerdings gebraucht, können unter Umständen schädlich wirken. Die blaue Farbe wird am besten durch Indigo-Carmin und die grüne durch eine Mischung von Blau und Safrantinctur dargestellt. Pikrinsäure darf nicht angewendet werden, obgleich man in England einen reichlichen Gebrauch davon macht.

Nachweis von Alkohol. Die Angabe, dass sich durch Schwefelsäure und Kaliumbichromat am besten der Alkohol in den Organen, namentlich im Urin, durch die Farbenveränderung von Roth in Smaragdgrün sicher nachweisen lasse, gibt zu grossen Täuschungen Veranlassung, weil eine jede organische Substanz dieselbe Reaction hervorruft. Das einfachste Verfahren besteht in der Destillation.[7])

Verwendung des Alkohols. Auf seiner Eigenschaft, allen Substanzen Wasser zu entziehen, beruht seine antiseptische Wirkung; er soll 11 Vol.-Proc. atmosphärische Luft aufnehmen und mehr Sauerstoff als Stickstoff absorbiren; schon der Sauerstoff der Luft verwandelt ihn allmählig in Essigsäure; hierauf beruht die Schnellessigfabrication.

Wird Sauerstoff in die Alkoholflamme geblasen, so entsteht eine so grosse Hitze, dass in der Stichflamme Platin zum Schmelzen gebracht werden kann; man erhält auf diese Weise das für die Industrie wichtige Alkoholgebläse.

Alkohol (das arabische Wort Kohol bedeutet das „Reinste", Al ist der Artikel) ist besonders als Lösungsmittel für ätherische Oele, Harze, Fette, Bromid, Jod und viele Salze wichtig und für die Darstellung von chemischen Präparaten unentbehrlich.

Der zur Hälfte bis zu zwei Dritteln mit Wasser vermischte Alkohol ist als Branntwein das verbreitetste Genussmittel. Die verschiedenen Branntweine werden entweder direct dargestellt oder aus 80—85procentigem Rohspiritus gewonnen, der rectificirt, in Sprit von 90–95% Alkoholgehalt verwandelt und dann mit den nöthigen Zusätzen von Wasser, Zucker u. s. w. versetzt wird.

Das Lagern des Weingeistes. Der Weingeist darf in Fässern lagern, weil eine Verdunstung durch die Dauben nicht stattfindet; nur Wasser verdunstet hierbei. Vorzuziehen ist stets das überirdische Lagern, um bei einem Brandunglück rascher einwirken und die mit Explosionen verbundenen Gefahren vermindern zu können. Lagert dagegen der Weingeist allein in gut gewölbten Kellern, so kann man dieselben bei entstehendem Brande hermetisch verschliessen und auf diese Weise das Feuer löschen. Absoluter Alkohol muss in gut verschlossenen Gefässen aufbewahrt werden, damit er nicht Wasser aus der Luft anzieht.

Aether, Aethyläther, Schwefeläther, Aether sulfuricus, $C_2H_5{-}O{-}C_2H_5 = C_4H_{10}O$, wird durch Erhitzen von Schwefelsäure (9 Th.) und Alkohol (5 Th.) von 90% auf 135—140° dargestellt. Es entsteht zuerst Aethylschwefelsäure ($C_2H_6O + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4 + H_2O$), welche sich mit einem zweiten Molec. Alkohol in Aether und Schwefelsäure zersetzt:

$$C_2H_5HSO_4 + C_2H_6O = C_2H_5{-}O{-}C_2H_5 + H_2SO_4.$$

Die zurückbleibende Schwefelsäure kann wieder zur Zersetzung eines neuen Zusatzes von Alkohol benutzt werden, so dass man mit einer verhältnissmässig geringen Menge von Schwefelsäure unbegrenzte Mengen Alkohol in Aether überzuführen vermag.

Der Aether ist eine farblose Flüssigkeit von durchdringendem Geruche und süsslich brennendem Geschmack, hat bei 0° das spec. Gewicht 0,736, siedet bei 35° und erstarrt bei —44° zu einer weissen krystallinischen Masse. Seine Dämpfe verbrennen, mit Sauerstoff oder Luft gemengt, unter heftiger Explosion. Mit Alkohol ist Aether mischbar, aber 36 Th. Aether nehmen nur 1 Th. Wasser auf, während 18 Th. Wasser 1 Th. Aether lösen. Für Gummiharze und eigentliche Harze ist er ein gutes Lösungsmittel; von Schwefel und Phosphor löst er nur den $^1/_{27}$ Theil. Die Lösungen von Jod und Brom werden an der Luft leicht sauer. Chlor wirkt in der Weise auf den Aether ein, dass es den Wasserstoff substituirt.

Wirkung des Aethyläthers auf den thierischen Organismus. Seitdem der Geologe und Chemiker Jackson zu Boston im Jahre 1846 seine Beobachtungen

über die schmerzstillende Wirkung der Aetherinhalation bekannt gemacht hat, sind hierüber unzählige Versuche und Beobachtungen veröffentlicht worden. Im Allgemeinen ist bei der Einwirkung des Aethers das Stadium der Aufregung länger und das der Betäubung kürzer als beim Chloroform; die Erfahrung hat aber festgestellt, dass der Tod durch Herz- oder Athmungslähmung weniger leicht als beim Chloroform eintritt. Wegen der geringern Flüchtigkeit des Aethers wird derselbe auch weniger rasch aus dem Blute ausgeschieden und ist deshalb die Schwere und Eingenommenheit des Kopfes wie nach einem starken Rausche bei der Aetherisation sehr belästigend; diese höchst unangenehmen Folgen haben am meisten die Bevorzugung des Chloroforms veranlasst. Der in Frankreich empfohlene ether purifié unterscheidet sich nur durch einen geringern Wassergehalt, da sein spec. Gewicht bei $+150^{0}$ C. 0,725 beträgt.[8])

In Werkstätten, in denen Aether zur Verwendung kommt, oder bei seiner fabrikmässigen Darstellung leiden die Arbeiter vorzugsweise an einer Eingenommenheit und Schwere des Kopfes, die in einen rauschähnlichen Zustand übergehen kann. In der Regel schwinden die Beschwerden rasch wieder an der freien Luft, kehren aber bisweilen sehr leicht zurück und machen dann den Aufenthalt in solchen Räumen auf die Dauer unerträglich. Man hat hierauf zu achten und den Arbeitern in einem solchen Falle dringend zu rathen, die schädliche Einwirkung zu vermeiden.

Verwendung findet der Aether vorzugsweise als Auflösungsmittel harziger und öliger Substanzen; als Extractionsmittel öliger Samen wird er dem Schwefelkohlenstoff Concurrenz machen.

Seine Versendung muss in Flaschen von höchstens 20 Pfund geschehen, die in Holzkasten mit Kleie oder Sägespänen umhüllt sind; dasselbe gilt vom absoluten Alkohol.

Aethyläther-Industrie.

Beim Destilliren, wozu man eiserne, inwendig verbleite Kessel von circa 1—2 Ohm Inhalt benutzt, werden die gebildeten Dämpfe des Wassers, Aethers und Alkohols dadurch getrennt, dass sie durch ein senkrecht stehendes Rohr getrieben werden, von welchem in verschiedenen Höhen Zweigröhren nach isolirten Kühlapparaten hinführen, wodurch alsdann die Fractionirung stattfindet. Das Wasser geht durch das unterste Zweigrohr nach der Kühlschlange, wohingegen der Alkohol und Aether in die Höhe steigt und dort gekühlt resp. condensirt wird.

Der condensirte Aether fliesst sofort aus der Kühlschlange in den Rectificationsapparat, welcher mit Pottasche zu einem Drittel angefüllt ist und durch die vom Rohkessel abgeführte warme Luft in Destillationshitze gehalten wird. Aus dem Rectificator treten die Dämpfe in eine Kühlschlange, welche durch fortwährend zuströmendes Wasser bis auf mindestens $+9^{0}$ Temperatur gehalten wird. Der fertig gebildete Aether wird in grossen Glasballons aufgefangen.

Ist der Alkohol im Gemische des Rohkessels zerlegt, hat man den gebildeten Aether und das Wasser abdestillirt, so lässt man in fortwährendem dünnem Strahle eine neue Portion Weingeist in die siedende Schwefelsäure fliessen, worauf die Aetherbildung continuirlich stattfindet. Es ist hierbei zu beachten, 1) dass sich die Gase resp. die aus dem Apparate tretende Luft, welche stets mit Aether geschwängert ist, nicht im Arbeitslocal verbreiten, in welchem sich Feuerungen befinden. Es müssen deshalb in den betreffenden Etablissements die Kühlvorrichtungen stets von den Kesseln durch eine Mauer getrennt und erstere mit einem Gassammelkasten versehen werden; ausserdem sind die Feuerungen ausserhalb des Laboratoriums anzulegen; 2) dass man die Pottaschenrückstände, welche viel schweflige Säure enthalten, auf geeignete Weise verwerthe und nicht, wie es früher häufig geschah, in öffentliche Canäle oder Schlinggruben abfliessen lässt; 3) dass das aus der Schwefelsäure abdestillirte Wasser, welches mit dem sogen. schweren und leichten Weinöl imprägnirt ist, nicht in die Schlinggruben abfliessen lässt. Dasselbe hat nämlich einen betäubenden und höchst un-

angenehmen Geruch und würde in diesem Falle die benachbarten Brunnen unbrauchbar machen können.

Fast alle zusammengesetzten Aetherarten, welche sowohl zur Aethyl-, Methyl- als auch Amylgruppe gehören, fanden bisher fast lediglich ihre Verwendung in den Parfümerien, in der Kosmetik und namentlich in der Liqueur- und Seifenfabrication.

Die Darstellung von Chloroform gehört insofern zur Aethylindustrie, als man dazu mehr Alkohol als Holzgeist benutzt.

Man mischt Alkohol mit einer wässrigen Lösung von Chlorkalk und unterwirft dieses Gemisch der Destillation. Da die Einwirkung unter heftigem Aufschäumen stattfindet, so muss die Procedur in geräumigen Destillationsgefässen vorgenommen werden. Die Rückstände enthalten stets noch mehr oder weniger unzersetztes unterchlorigsaures Calcium; man kann sie als Desinfectionsmittel benutzen; wegen ihres Gehalts an Chlorcalcium sind sie sehr belästigend und können beim Ablagern sehr zum Feuchtwerden der Mauern beitragen. Wenn der Weingeist fuselölhaltig war, so sind die Rückstände ebenfalls mit Fuselöl geschwängert. Wegen der Feuerungsanlagen und Gasexhalationen sind dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei der Aetherfabrication erforderlich.

Salpetrigsäure-Aether, Aethylnitrit, Aether nitrosus, $C_2H_5NO_2$, wird durch Destillation eines Gemisches von Alkohol und Salpetersäure erhalten. Der Alkohol reducirt hierbei die Salpetersäure zunächst in salpetrige Säure, welche dann auf den noch unzersetzt gebliebenen Alkohol einwirkt.

Eine strohgelbe Flüssigkeit von ätherischem, den Borsdorfer Aepfeln ähnlichem Geruche und süsslichem Geschmack, welche bei $+16{,}5^0$ siedet und ein spec. Gew. von 0,941 hat und leicht entzündlich ist. Wegen ihrer grossen Flüchtigkeit entsteht beim Verdunsten derselben an der Luft ein hoher Grad von Kälte.

Der Spiritus nitrico-dulcis der Pharmacopoe ist ein Gemisch von Aethylnitrit mit Weingeist.

Einwirkung des Aethylnitrits auf den thierischen Organismus. Dieser Aether erzeugt sehr rasch eine Anästhesie, welche jedoch ebenso rasch wieder verschwindet. Er ist so flüchtig, dass er in grösserer Menge in Flaschen nicht aufbewahrt werden kann und kommt daher meistens in Verbindung mit Alkohol zur Verwendung.

Wenn *Richardson*[9]) behauptet, dass das Blut durch diesen Aether chocoladenfarbig werde, so liegt die Vermuthung nahe, dass das benutzte Präparat eine freie Säure, entweder salpetrige oder Salpetersäure, enthalten hat. Bekannt ist die Thatsache, dass manche Laboranten bei der Darstellung dieses Präparats eine bläuliche Gesichtsfarbe ohne alle auffallende Beschwerden bekommen, indem die kleinern Venenstämme durch eine grössere Ausdehnung sichtbarer werden.

Verwendung findet dieser Aether als reducirendes Mittel in der Anilinfabrication, um Rohanilin in Blau zu verwandeln, und zur Darstellung von Essenzen.

Salpetersäure-Aethyläther, Aether nitricus, $C_2H_5ONO_2$, wird durch Destillation von Salpetersäure, Alkohol und Harnstoff dargestellt; letzterer verhütet die Bildung von salpetriger Säure, indem er sich in gleiche Volumina Stickstoff und Kohlensäure zerlegt. Eine angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 86^0 siedet und ein spec. Gew. von 1,112 bei $+17^0$ hat; sie brennt mit weisser Flamme.

Einwirkung des salpetersauren Aethyläthers auf den thierischen Organismus. Ein starkes Kaninchen wurde mit dem Vorderkopfe in einen Trichter gesteckt, in dessen Grund ein mit dem Aether imprägnirter Leinwandpfropfen lag. Nach 2 M. verlangsamt sich die Respiration und wird pfeifend, nach 10 M. grosse Unruhe; nach 14 M. Zusatz des Aethers, hierauf beschleunigte und angestrengte Respiration. Nach 15 M. abermals Zusatz des Aethers; schwache convulsivische Bewegungen in den Vorderbeinen, die Hinterbeine sind erschlafft. Als nach 25 M. der Kopf des Kaninchens frei gelassen wird, lässt es denselben nur einen Augenblick auf der Seite liegen, dann erhebt es den Kopf, steht auf und läuft davon; die Respiration regulirt sich bald und Nachkrankheiten bilden sich nicht aus. Von einer Anästhesie konnte somit keine Rede sein.

Chambert will dagegen mit diesem Aether eine kurz dauernde Anästhesie hervorgerufen haben, welche nicht mit Erschlaffung, sondern mit Rigidität der Muskeln verbunden war.

Verwendung findet dieser Aether zur Oxydation des Anilins in Anilinfarbenfabriken.

Oxydationsproducte des Alkohols.

1) **Aldehyd, Acetaldehyd** $CH_3{-}CHO = O_2H_4O$ kommt in der Natur nicht fertig gebildet vor und findet sich im Rum und in Bordeaux-Weinen. Der Name Aldehyd,

d. h. **Alkoholdehydrogenatus** rührt daher, dass man sich 2 Atome Wasserstoff dem Alkohol entnommen dachte und zwar durch Oxydation und Bildung von Wasser. Aldehyd ist nämlich Alkohol minus Wasserstoff:

$$C_2H_6O - 2H = C_2H_4O.$$

Die Aldehyde gehen daher mit nascirendem Wasserstoffe wieder in ihre Alkohole über:

$$C_2H_4O + H_2 = C_2H_6O.$$

Durch die Einwirkung von wässriger Chromsäure oder einem Gemenge von Braunstein und Schwefelsäure auf Alkohol wird Aldehyd dargestellt. Werden stickstoffhaltige thierische Substanzen (Fibrin, Harn, Haare, Leim) auf diese Weise behandelt, so bilden sich stets erhebliche Mengen von Aldehyden. Auch der atmosphärische Sauerstoff resp. das Ozon vermag den Alkohol seines Wasserstoffs zu berauben und Aldehyd zn bilden.

Aldehyd ist eine farblose, ätherartige Flüssigkeit von erstickendem Geruche, welche bei 21° siedet und das spec. Gew. 0,8 hat; sie reagirt neutral, entzündet sich leicht und brennt mit blasser Farbe. An der Luft nimmt Aldehyd Sauerstoff auf, verbreitet dabei einen eigenthümlichen erstickenden Geruch und geht schliesslich in Essigsäure über:

$$C_2H_4O + O = C_2H_4O_2.$$

Deshalb wirken die Aldehyde auch reducirend, weil sie das grösste Bestreben haben, sich zu den entsprechenden Säuren zu oxydiren; namentlich zersetzen sie die Silbersalze und erzeugen einen sogen. Silberspiegel, d. h. metallisches Silber, nachdem die aldehydhaltige Flüssigkeit vorher mit Ammoniak schwach übersättigt worden.

Auf dieser reducirenden Wirkung des Aldehyds in alkalischer Flüssigkeit beruht auch die Veränderung des Blutfarbstoffs, welche beim Vermischen von alkalischem Blut mit Aldehyd eintritt; dadurch schwinden nämlich die Blutbänder.

Wird Aldehyd wasserfrei in gut schliessenden Gefässen aufbewahrt, so erleidet es sehr leicht eine Molecularumwandlung, indem zwei mit ihm isomere Körper, Metaldehyd und Paraldehyd, entstehen.

Durch Kalium wird Aldehyd in eine gelbe harzige Masse, Aldehydharz, verwandelt, wobei das benutzte Kali in das essigsaure und ameisensaure Salz übergeht.

Einwirkung des Aldehyds auf den thierischen Organismus. 1) Ein Kaninchen sitzt im kleinen Holzkasten; es werden 4 Grm. Aldehyd eingetröpfelt; sogleich grosse Unruhe, anhaltendes Putzen des Mauls und Thränen der Augen bei unterdrückter Respiration; nach 10 M. ruhiges Sitzen und Zurückziehen des Kopfes. Nach 20 Min. nochmals Einträufeln von 4 Grm. Aldehyd; hierauf wieder abwechselnd Unruhe und stilles Verhalten, in den Nacken zurückgezogener Kopf, starkes Reiben der Nase und Thränen der Augen. Nach 30 M. Herausnahme des Kaninchens; bei erweiterter Pupille wird die Respiration sehr stürmisch, die Herzaction sehr beschleunigt, während es sich ruhig verhält; in's Freie gebracht läuft es bald umher.

2) Der Kopf eines Kaninchens wird in einen Glastrichter gesteckt, in dessen Grund ein mit 40 Tropfen Aldehyd befeuchteter Baumwollenpfropfen liegt. Es sträubt sich gewaltig, nach 3 M. sind die Glieder schlaff und die Respiration wird unregelmässig; nach 5 M. beschleunigter Herzschlag und ganz unempfindliche Bulbi; nach 6 M. auf die Erde gesetzt, bleibt es in vollständiger Seitenlage liegen, den Kopf erhebt es aber bald, die Respiration beschleunigt sich ganz ausserordentlich; 3 M. hernach sind die Bulbi noch unempfindlich, während die Hinterbeine zucken, wenn man auf den Rücken klopft; nach 5 M. erhebt es den Oberkörper und die Respiration ist wieder normal, während der Herzschlag noch beschleunigt ist.

3) Eine Taube wird mit dem Kopfe in ein weites Glasrohr, in welchem sich ein mit 20 Tropfen Aldehyd befeuchteter Baumwollenpfropfen befindet, gesteckt. Nach 2 M. ist der Körper erschlafft; das Thier bleibt in der Seitenlage mit aufgerichtetem Kopfe liegen. Nach einer nochmaligen Inhalation von 2 M. langer Dauer wird die Respiration unregelmässig und ist mit Schleimrasseln verbunden; frei hingelegt, bleibt sie nur ½ M. in der Seitenlage; alsbald erhebt sie den Kopf; nach 2 M. steht sie auf und erbricht sich; sie schwankt nicht im Geringsten und geht grade einher; auch die Respiration regulirt sich bald, während der Herzschlag noch einige Zeit beschleunigt bleibt.

4) Nach 40 Tropfen Aldehyd wird eine Taube binnen 3½ M. ganz anästhetisch; 2 M. hernach blinzelt sie wieder mit den Augen und 3 M. später steht sie auf und schwankt nur wenig; die anfangs beschleunigte Respiration regulirt sich bald und die Pupille zeigt die normalen Durchmesser; nur ein einmaliges Erbrechen erfolgte.

5) Mit einer andern Taube wurde dasselbe Experiment bei Benutzung von 30 Tropfen Aldehyd gemacht. Alsbald Thränen der Augen und Respiration mit Schleimrasseln; nach 1½ M. Zusammenziehen der Beine, krampfhaftes Aufschlagen mit den

Flügeln, Husten, schnelle Abnahme der Respiration, so dass nach 2½ M. bei erweiterter Pupille Respiration und Herzschlag stille stehn.

Section nach 7 Stunden. Hirnhäute mässig injicirt; die stärkste Hyperämie in der Umgebung der Med. oblong.; die Mundhöhle ist mit dickem weissem Schleim angefüllt; das die Trachea umgebende Zellgewebe enthält stark angefüllte Gefässe; die Schleimhaut der Trachea schwach injicirt, kurz unterhalb der Bifurcation mit einer dünnen Lage blutiger Flüssigkeit bedeckt. Lungen hellziegelroth, auf den Durchschnittsflächen treten überall kleine Blutstropfen und beim stärkern Zusammendrücken ein blutiger Schaum zu Tage. Im rechten Herzventrikel mehr geronnenes als flüssiges Blut; im rechten Vorhof, in der ven. cav. inf., in allen Lungenvenen und im linken Herzen flüssiges Blut; alles Blut ist in dicken Schichten fast schwarzroth, in dünnern dunkelviolettroth, es gerinnt an der Luft und färbt sich im Verlaufe einer Stunde hellroth. Leber dunkelbraunroth und wie die Nieren sehr blutreich. In allen Organen, in der Lunge und Leber, am Gehirn und selbst an den Muskeln war ein deutlicher Aldehyd-Geruch bemerkbar; in Lunge und Leber liess sich mittels Lackmuspapier eine saure Reaction nachweisen. — Leber, Lunge und Muskelfleisch wurden mit alkalischem Wasser ausgezogen und eingedampft; als der Rückstand mit Schwefelsäure versetzt wurde, entwickelten sich saure Dämpfe, welche wahrscheinlich Essigsäuredämpfe waren. Aus Mangel an Substanz konnte eine genaue Analyse nicht gemacht werden.

Aldehyd wirkt ausserordentlich reizend auf die Schleimhäute der Nase, der Augen, des Kehlkopfs und der ganzen Bronchialverzweigung ein. Bei Menschen entsteht häufig ein starkes Niessen oder ein heftiger Husten; die Arbeiter in den Schnellessigfabriken, welche am meisten den Dämpfen des Aldehyds ausgesetzt sind, leiden beständig an Brustcatarrh, welchen man als den Geschäftshusten zu bezeichnen pflegt. Sensible Personen werden aber ausserdem noch von einem Zusammenschnüren der Brust und einem Gefühl von Dyspnoe befallen, was offenbar in dem gestörten Respirationsprocesse seinen Grund hat, da bei dem schnellen Eindringen des Aldehyds in alle Organe überall der Sauerstoff weggenommen und dadurch der Respirationsprocess beeinträchtigt wird; bei fortgesetzter Einwirkung der Dämpfe des Aldehyds muss deshalb schliesslich Erstickung erfolgen.

Bei den Versuchen an Thieren fiel auch stets die progressive Abnahme der Respiration auf; beim fünften Versuche erfolgte der Stillstand der Lungen- und Herzthätigkeit sehr rasch, obgleich hier weniger Aldehyd als beim vierten Versuche zur Anwendung kam; hier wurde die Taube durch das schnelle Aussetzen an die freie Luft gerettet.

Die Anästhesie, welche durch die Dämpfe von Aldehyd hervorgerufen wird, fällt mit der Abnahme der Respiration zusammen und geht deshalb leicht in Asphyxie über, worauf schon Nunneley[10]) mit Recht aufmerksam gemacht hat; erstere äussert sich zunächst und vorzugsweise an den Augen; dies war wenigstens bei Versuchen an Kaninchen der Fall.

Poggiale[11]) hat 1846 zuerst Aldehyd als Anaestheticum empfohlen und schreibt diesem Mittel eine raschere und energischere Wirkung als dem Chloroform zu; die energische Wirkung geht nur zu leicht in den asphyktischen Tod über, wie das Sectionsresultat beim fünften Versuche ergeben hat.

Auch bei der Erholung der Thiere dürften die stürmische Respiration und die beschleunigte Herzthätigkeit dafür sprechen, dass der Mangel an Sauerstoff diese Reizerscheinungen hervorruft. Wahrscheinlich hängt auch hiermit die Beobachtung zusammen, dass die Arbeiter in den Schnellessigfabriken häufig an profusen Nachtschweissen leiden, wenn man diese als eine vicariirende Thätigkeit für den gestörten Respirationsprocess betrachten dürfte. Andererseits nimmt aber das Aldehyd begierig Sauerstoff auf und verwandelt sich in Essig-

säure, so dass auch dieser Umstand die Nachtschweisse mit veranlassen könnte, da bekanntlich Essigsäure sehr die wässrige Ausscheidung der Haut befördert. Die saure Reaction, welche man bei der Section (5. Versuch) nachweisen konnte, rührte jedenfalls von der gebildeten Essigsäure her, so dass schliesslich noch diese Säure bei der deletären Aldehyd-Einwirkung von Bedeutung ist.

Darstellung des Aldehyds im Grossen. Man stellt Aldehyd im Grossen durch einfache Destillation eines Gemischs von Schwefelsäure, Braunstein und Weingeist aus kupfernen Blasen mit zinnernen Kühlröhren dar. Das Rohproduct wird über Kaliumcarbonat rectificirt. Die Verunreinigung mit Essigsäure, Ameisensäure und Alkohol beeinträchtigen seine Anwendung in der Farbentechnik nicht, bei welcher es vorzugsweise zur Darstellung von Anilinblau und Anilingrün verwendet wird.

Die Rückstände sind stark sauer und enthalten schwefelsaures Manganoxydul; sie müssen wie alle sauren Rückstände dieser Art behandelt werden, indem man sie mit Kalk neutralisirt; sie sind dann als Desinfectionsmittel zu gebrauchen.

Bei der Destillation hat man wegen der Feuersgefahr dieselben Vorsichtsmassregeln wie beim Aether zu beobachten.

Gegenwärtig wird Aldehyd auch im Grossen durch fractionirte Destillation des sogenannten Vorlaufs des Spiritus dargestellt.

In der Technik begegnet man am meisten dem Aldehyd bei der Schnellessigfabrication; auch hat es in der neuern Zeit als Antisepticum Anwendung gefunden, indem man die geeignete Menge in Töpfe bringt, in denen das Fleisch aufbewahrt wird. Durch seine Verdunstung berührt es alle Theile des Fleisches, raubt den Sauerstoff, welcher die Fäulniss einleiten könnte, und verwandelt sich auf Kosten desselben in Essigsäure, welche das Fleisch durchdringt.

Aldehydammoniak $C_2H_7NO = C_2H_4O + NH_3$ entsteht durch Einleitung von Ammoniakgas in eine ätherische Lösung von Aldehyd: eine in Rhomboedern krystallisirende Substanz, aus welcher durch Säuren wieder Aldehyd entsteht. Diese Verbindung wird zur Darstellung des reinen Aldehyds benutzt: sie ist von der Härte des gewöhnlichen Zuckers und destillirt bei 100° unverändert über; in Wasser löst sie sich leicht, wenig in Alkohol und am wenigsten in Aether.

Aldehyd-Ammoniak tritt bei der Bereitung von blauen Anilinfarben aus Rohanilin auf, auch bei Behandlung eines weingeistigen Auszuges thierischer Stoffe mit Ammoniak resp. Schwefelammonium. Es entspricht in seiner chemischen Zusammensetzung dem Taurin $C_2H_7NSO_3$. Mit Schwefelwasserstoff bildet es Thialdin $C_6H_{13}NS_2$.

Einwirkung von Aldehydammoniak auf den thierischen Organismus. Ein Meerschweinchen sass im kleinen Zinkkasten, in welchem 1 Grm. Aldehydammoniak geschmolzen resp. verdampft wurde. Nach 2 M. starkes Putzen des Mauls: nach 8 M. öfteres Husten und Speicheln bei unveränderter Respiration: als nach 14 M. der Kasten wieder mit Dämpfen angefüllt wurde, schloss das Thier die Augen und wurde sehr unruhig: es zeigen sich Augenthränen, starkes Putzen, häufiges Husten, Reiben der Ohren, grosse und beständige Unruhe mit Zurückziehen des Kopfes und sehr erschwerter Respiration. Nach 25 M. wird das Kaninchen herausgenommen: die Motilität ist ungestört, indem das Thier sofort vom Stuhle auf die Erde springt; die Respiration bleibt noch 10 M. lang beschleunigt und angestrengt: Rhonchi sind nur beim Auflegen des Ohrs auf die Brust des Thiers hörbar; diese halten unter bisweiligem Aufhusten 36 St. lang an. Andere Krankheiten bilden sich nicht aus.

Eine toxikologische Wirkung hat das Aldehydammoniak nicht; es wirkt gleich dem Ammoniak stark reizend auf die Respirationsschleimhaut ein, stört auf die Dauer den Gasaustausch und tödtet schliesslich nur in Folge von Erstickung.

Verbindungen des Aldehyds mit Halogenen.

Chloral, dreifach gechlortes Aldehyd $CCl_3{-}CHO = C_2HCl_3O$, wird durch Einleiten von Chlor in 98procentigen Alkohol dargestellt, wobei der Alkohol zunächst in Aldehyd übergeführt und dann weiter chlorirt wird:

$$C_2H_6O + Cl_2 = C_2H_4O + 2HCl.$$

$$C_2H_4O + 3Cl_2 = C_2HCl_3O + 3HCl.$$

Chloral ist somit Aldehyd, in welchem 3 Wasserstoff durch Chlor vertreten sind. Eine farblose, fettig anzufühlende Flüssigkeit, welche einen eigenthümlichen durchdringenden Geruch und einen zusammenziehenden Geschmack hat, neutral reagirt, begierig Wasser anzieht und bei 94° siedet; wird sie mit Wasser vermischt, so erhitzt sich die Flüssigkeit und erstarrt zu einem Haufwerk von Krystallen, zu Chloralhydrat $C_2HCl_3O + H_2O$, welches in vielem Wasser löslich ist. Bei der Destillation zerfällt es wieder in Chloral und Wasser; mit wässrigen Alkalien zersetzt es sich in der Wärme in Chloroform und ameisensaures Kalium:

$$CCl_3{-}CHO + KHO = CHKO_2 + CHCl_3.$$

Chloral reducirt Silberlösungen; es verhält sich daher in seinen Reactionen wie ein Aldehyd. Es wird zu Trichloressigsäure oxydirt:

$$CCl_3{-}CHO + O = CCl_3{-}CO_2H \text{ oder } CCl_3{-}COOH\ ^{*)}$$

Chloral ist von *Oscar Liebreich* als Hypnoticum eingeführt worden[12]); nur in sehr grossen Dosen, deren Anwendung nicht ohne Gefahr ist, erzeugt es Anästhesie. Zur subcutanen Injection gebraucht man 1—4 C.-C. einer wässrigen Lösung von 5 Grm. auf 10 C.-C. Als innerliche Dosis empfiehlt sich 2,5—4,0 Grm. in 15 Grm. Wasser gelöst unter Zusatz von 15 Grm. Mucil. Gm. Mimos. oder Syr. Cort. aur.

Liebreich ist der Ansicht, dass das Chloralhydrat im Thierorganismus wenigstens theilweise dem Alkali im Blute entsprechend in Chloroform umgewandelt werde, behauptet aber nicht, dass die Wirkung des Chloralhydrats allein auf der Chloroformwirkung beruhe. Neuerdings neigt man sich immer mehr der Ansicht hin, dass das Chloralhydrat als solches wirke.

Der Obductionsbefund, welcher bei einer durch 21,0 Grm. Chloralhydrat umgekommenen Frau angetroffen wurde, ist dem beim Chloroformtode sehr ähnlich.

Beim äussern Befunde zeigten sich auf dem Rücken hellrothe Todtenflecke, Hornhaut getrübt, Schleimhant der Lippen und des Zahnfleisches blass, höchst geringe Fäulnisserscheinungen. Das Gehirn und seine Häute hyperämisch; die Sinus auf der Basis cranii waren mit flüssigem, kirschbraunrothem Blute angefüllt, welches mit Luftblasen reichlich gemischt ausfloss; auch aus dem Wirbelsäulencanal floss reichlich Blut von derselben Beschaffenheit aus. Lungen hellblauroth marmorirt, beim Einschneiden in die linke Lunge waren 300 Grm. Blut in die Brusthöhle geflossen; die Schleimhaut der Respirationswege ist blass; im Herzbeutel fanden sich 90 Grm. helle klare Flüssigkeit. Das Herz ist um 1/3 grösser als im Normalen, sehr platt, zusammengefallen, sehr weich, welk und blutleer, nur in den Kranzgefässen gewöhnlicher Blutgehalt; die Mitralklappe knorpelig, fast knöchern, ebenso die Valvul. semilunares Aortae; die ausgedehnte und blutreiche Leber reichte bis zum Hüftbeinkamm, pathologische Zustände, die wahrscheinlich nicht ohne Einfluss auf die Katastrophe waren.

Da das Blut angeblich sauer reagirte, so ist die Annahme wohl gestattet, dass sich Ameisensäure in diesem Falle abgespaltet und zum tödtlichen Ausgange mit beigetragen hat.

Bei Vergiftung durch Chloralhydrat wird Strychnin als Antidot und umgekehrt bei Strychninvergiftung Chloralhydrat empfohlen.[13])

Bei der fabrikmässigen Darstellung ist vorzugsweise darauf zu achten, dass Chlor, welches monatelang mit Alkohol in der Hitze behandelt werden muss, wieder zur Absorption gelangt, weil sonst die ganze Umgegend dadurch belästigt wird; es muss daher für die gehörige Dichtigkeit der Apparate gesorgt werden.

Die Chlorentwicklung geschieht auf die gewöhnliche Weise in grossen steinernen Kruken, welche mit den erforderlichen Tubulaturen versehen sind. Am besten benutzt man luftige, theilweise offenstehende Schuppen für die ganze Fabrication. Das mit den Alkoholdämpfen entweichende Chlor muss sorgfältig aufgefangen werden, was Seitens

---

*) Wird Chloral mit concentrirter Schwefelsäure destillirt, so wird es theilweise zersetzt und es bildet sich ein krystallinischer Körper, Chloralid $C_5H_2ClO_3$, welcher bei 200° unzersetzt destillirbar ist. Diese Verbindung hat keine hypnotische Wirkung. 2,013 Grm. wurden davon einer Taube eingeflöst, worauf nach 5 M. Würgen und Erbrechen entstand. Nach 1 Stunde erhielt sie nochmals 3 Grm. davon, ohne dass sich bemerkenswerthe Erscheinungen einstellten.

der Fabricanten auch geschieht, da sich hierbei verschiedene Chloräthyle bilden, die noch zu benutzen sind.

Beim Verpacken des Chloralhydrats sind die betreffenden Räume mit den Exhalationen desselben angefüllt Sie erregen anfangs Kopfschmerzen und Betäubung, die meisten Arbeiter gewöhnen sich aber allmählig an diese Einwirkung und empfinden sie dann in geringerm Grade; trotzdem ist eine kräftige Ventilation stets zu empfehlen.

Chloralcyanhydrat $CCl_3 \; CH{<}^{OH}_{CN} = CCl_3{-}CHO + HCN$ oder $C_2HCl_3O \,.\, CNH$, ein im tockenen Zustande sehr stabiles Präparat, welches ganz wie Blausäure, aber sicherer als diese wirkt; es könnte daher statt derselben in der Medicin zweckmässige Verwendung finden.[14]) Es wurde von *Bischof* und *Pinner* durch Kochen einer wässrigen Lösung von Chloralhydrat mit Blausäure dargestellt.

2) **Bromal, dreifach gebromtes Aldehyd,** C_2HBr_3O, wird dargestellt, indem man 3—4 Th. Brom allmählig und unter Abkühlung mit 1 Th. absolutem Alkohol mischt. Nach 10—12 Tagen destillirt man ¾ davon ab und mischt den Rückstand mit Wasser. Diese Mischung ergibt, in offenen Schalen der Luft ausgesetzt, das Bromalhydrat $C_2HBr_3O + H_2O$, welches grosse, dem Kupfervitriol ähnliche Krystalle darstellt, die in Wasser löslich sind. Durch Destillation mit concentrirter Schwefelsäure erhält man das wasserfreie Bromal, ein wasserhelles Oel, welches einen durchdringenden, zu Thränen reizenden Geruch und einen scharfen, brennenden Geschmack hat. Es siedet über 100° und wird durch Kali in Ameisensäure und Bromoform übergeführt.

Bei der **Einwirkung von Bromalhydrat auf den thierischen Organismus** gibt sich die hypnotische Wirkung in viel geringerm Grade als beim Chloralhydrat kund; auch ist die dadurch hervorgerufene Reizung der Schleimhaut der Nase und Augen sehr lästig.

Steinauer[15]) beobachtete bei Kaninchen nach der subcutanen Injection von 0,06—0,17 Grm. ein ziemlich langes Reizstadium, eine deutlich ausgesprochene Anaesthesie und eine sehr geringe Hypnose. *Rabuteau* fand ähnliche Erscheinungen bei Hunden.

Jodal, dreifach gejodetes Aldehyd, C_2HJ_3O, ist noch nicht näher untersucht worden und wird nach *Aimé* dadurch dargestellt, dass man Alkohol, welcher mit Salpetersäure angesäuert worden, mit Jod zusammenbringt.

Es soll noch reizender als Bromal auf den Thierorganismus einwirken. *Rabuteau* sah nach 2 Grm, welche einem Hunde per anum beigebracht worden, Anaesthesie, dann aber Convulsionen und den Tod eintreten. Nach *Guyot* wirken erst 3—4 Grm. letal; nur einzelne Thiere ertrugen 3,5 Grm.[16])

3) **Essigsäure, Acidum aceticum,** $CH_3{-}COOH = C_2H_4O_2$, besitzt die Carboxylgruppe COOH nur einmal, sie ist daher eine einbasische Säure. Sie entsteht bei der Gährung, Fäulniss und Verwesung, bei der trocknen Destillation holzfaserähnlicher Substanzen und bei der Einwirkung oxydirender Agentien auf organische Körper, was namentlich bei den ätherischen Oelen der Fall ist.

In den Pflanzen kommt die Essigsäure nie fertig gebildet, sondernahöchstens als Kalium- und Calciumsalz vor; auch die Canthariden enthalten Kaliumacet t.

Im Grossen wird sie durch Oxydation des Alkohols und Destillation des Holzes dargestellt. Die absolute oder reine Essigsäure, der Eisessig, Acetum glaciale, stellt bei niederer Temperatur farblose Blätter von durchdringendem, angenehm saurem Geruch und Geschmack dar, welcher bei 17° schmilzt. Bei gewöhnlicher Temperatur stellt der Eisessig eine farblose, stechend riechende, die Haut sehr reizende Flüssigkeit dar, welche an der Luft raucht, vollständig verdampft, bei 119° siedet, mit blassblauer Flamme brennt und ein Lösungsmittel für Campher, Zucker, Gummiharz, Kleber, Gerbstoff, Eiweiss, Faserstoff, Blutroth, Käse und thierische Membranen ist.

Die Essigsäure greift Blei, Kupfer und Zinn nur bei Gegenwart der atmosphärischen Luft an, dagegen Eisen, Kadmium und Zink ohne dieselbe.

Ihre Anwendung als Nahrungs- und Conservationsmittel, zu Desinfectionszwecken, sowie in den Färbereien und Farbenfabriken ist eine sehr mannigfaltige.

Durch Einwirkung von Chlor auf wasserfreie Essigsäure werden nach und nach 1, 2 und 3 H durch Cl vertreten. Es bilden sich Monochloressigsäure CH_2Cl $COOH = C_2H_3ClO_2$, Dichloressigsäure $C_2H_2Cl_2O_2$ und Trichloressigsäure $C_2HCl_3O_2$.

Neuerdings hat man die Dichloressigsäure als äusseres Arzneimittel zum Aetzen von Telangiektasien, Warzen, Hühneraugen, Condylomen benutzt. Man rühmt von ihr, dass sie in die Tiefe ätze, ohne gleichzeitig die Umgebung anzugreifen; unter den sich bald ablösenden Schorfen sollen sich gute Granulationen bilden.[17])

Einwirkung der Dämpfe der Essigsäure auf den thierischen Organismus. Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt in der Glasglocke. 40 Tropfen Essigsäure werden in einem Sandbade erwärmt und eingeblasen; sogleich Unruhe, Schreien, starkes Thränen der

Augen, Husten und unregelmässige Respiration. Nach 11 M. nochmals Verdampfung von 50 Tropfen, worauf der höchste Grad der Dyspnoe mit Zittern der Lippen entsteht. Nach 30 M. Herausnahme des Thieres: ein weisser Streifen über beiden Hornhäuten, weisser Schleim in den Augenwinkeln und Röthung der Conjunctiva der Augenlieder, Rhonchus sibilans und mucosus in den Bronchien, beständiges Putzen der Augen. Am zweiten Tage ist noch wenig Schleimrasseln in den Bronchien bemerkbar, die Athmung bleibt beschwert, oft erfolgt Aufschreien, während die Herzschläge schwach und verlangsamt sind; das Thier vermeidet jede Bewegung. Am dritten Tage wird das Kaninchen todt gefunden.

Section 3 Tage hernach. In der Mitte der milchig getrübten Hornhaut verläuft ein linienbreiter, vom Epithelium entblösster Streifen; die Pia mater überall sehr blutreich, an der hintern untern Fläche des rechten Gehirnlappens findet sich ein 4 Linien langes und 1 Linie breites, mit geronnenem Blute angefülltes Gefäss. Plex. venos. spin. sehr blutreich; die Schleimhaut der Trachea bis zum Larynx braunroth, etwas geschwollen und mit schleimiger Flüssigkeit bedeckt: hier und da finden sich erbsengrosse Abschilferungen des Epitheliums. Lungen hellroth gefleckt auf braunrother Marmorirung, in welcher einzelne schwarze Puncte deutlich sichtbar sind; der obere rechte Lungenlappen emphysematös und hellroth; auf den Durchschnittsflächen des Parenchyms wenig Schaum, aber fast überall geronnene Blutpartikelchen. Im rechten Herzventrikel schwarzes, geronnenes Blut, im rechten Vorhof ein Faserstoff-Polyp, welcher sich bis in die Arter. pulmon. hinein erstreckt. Die Leber zeichnet sich durch eine schwarzbraune Färbung aus. Das vorgefundene dickflüssige Blut ist dunkelbraunroth.

Die tödtlichen Fälle, welche man bei subcutanen Injectionen der Villat'schen Lösung (Plumb. acet. 30, Cupr. sulph., Zinc. sulph. aa. 15, Acet. vin. alb. 200) beobachtet hat, können nur auf die Wirkung des Essigs zurückgeführt werden. Eine ähnliche Wirkung kann auch der sauer reagirende Liqu. ferr. sesquichlor. bei subcutanen Injectionen hervorbringen.

Die vom Blute aufgenommenen Essigsäure-Dämpfe heben die Alkalinität desselben auf, erzeugen Coagulation der Albuminate und wirken lähmend auf die Herzthätigkeit ein.

Nach den Untersuchungen von Goltz und Bobrick[18]) entsteht schon beim Bepinseln der Haut eines Frosches mit Essigsäure oder der ihr verwandten Wein- und Citronensäure eine Einwirkung auf die Herzbewegung, indem sie sich verlangsamt und schliesslich stille steht. Der obige Sectionsbefund weist entschieden auf eine allmählige Verlangsamung der Herzbewegung hin.

Essigsäure-Aethyläther, Essigäther, Aether aceticus, $CH_3-COO-C_2H_5 = C_2H_5O.C_2H_3O = C_4H_8O_2$ wird durch die Destillation eines Gemisches von Natriumacetat, Alkohol und Schwefelsäure dargestellt oder besser durch Destillation eines essigsauren Salzes mit einer äquivalenten Menge von äthylschwefelsaurem Calcium oder Kalium.

Eine farblose Flüssigkeit von ätherischem Geruche, welche bei 74° siedet, sich unzersetzt verflüchtigt und mit gelblicher Flamme brennt.

Sie findet Verwendung zur Fabrication von Rumäther und ist bekanntlich in der Medicin ein vielfach gebrauchtes Arzneimittel.

Einwirkung des Essigäthers auf den thierischen Organismus. Ein kleines Kaninchen sitzt im kleinen Zinkkasten, in welchem 15 Grm. Essigäther zur Verdunstung kommen; sofort wird das Thier sehr unruhig und reibt beständig über die Nase; nach 6 M. 10 angestrengte Inspirationen. Nach 8 M. Zusatz von 15 Grm. Essigäther; Schwanken, Fallen und Wiederaufstehen; nach 10 M. heftiges Schreien in der Seitenlage mit heiserer Stimme, erweiterter Pupille, hervorgetriebenen Augen und 11 höchst angestrengten Inspir. binnen ¼ M.; nach 14 M. Seitenlage mit offenen Augen. Nach 15 M. Herausnahme des Thieres. Cornea schwach getrübt, starre Augen, vollständige Anästhesie; Herzschlag nicht vermehrt, aber sehr angestrengte Respiration (11 Inspir.) mit Schleimrasseln. Nach 8 M. 6, nach 13 M. 3 tiefe Inspir. binnen ¼ M. und nach 15 M. Aufhören der Respiration; ein langsamer, kaum hörbarer Herzschlag hält noch 3 M. lang an.

Section 6 Stunden hernach. Die Pia mater blutreicher als die Plex. venos. spin.; über den rechten untern Lungenlappen verlaufen 4 braune, 1-2 Linien breite Streifen auf rosarothem Grunde; linke Lunge durchgehends rosaroth; an der untern Fläche der untern Lungenlappen dunkelbraune, erbsengrosse Flecke (Ekchymosen). Schleimhaut der Trachea hellroth injicirt und mit wenig klarer Flüssigkeit

bedeckt. Im Herzen etwas geronnenes Blut. In der Brusthöhle hatten sich 4 Grm. flüssiges, dunkelrothes Blut angesammelt, das langsam gerann und sich an der Luft nicht röthete. In den nicht besonders blutreichen Unterleibsorganen und in den grössern Venen herrschte flüssiges Blut vor.

Es ist auffallend, dass Chambert, Flourens und Louis aus ihren Versuchen schliessen, dass die Dämpfe des Essigäthers einen sehr geringen Einfluss auf Circulation und Respiration ausüben. Lässt man die Dämpfe bis zur Anästhesie auf die Thiere einwirken, so tritt der Tod häufig unter progressiver Abnahme der Respiration ein und der Sectionsbefund liefert die Erscheinungen der Asphyxie.

Der Essigäther wird in geringerm Grade als der Aethyläther vom Blute aufgenommen; es ist daher auch seine anästhesirende Wirkung eine geringere.

Essigindustrie.

a) Der Essig stellt eine sehr verdünnte Essigsäure dar; ausser dieser enthält er aber nach der verschiedenen Bereitungsweise noch viele andere Bestandtheile, z. B. Aepfel-, Wein-, Citronen-, Milch-, Ameisen-, Baldrian-, Oxal- und Buttersäure neben Gummi, schwefelsauren Salzen und Chloriden.

Der beste Speiseessig ist der Weinessig, welcher aus dem vergohrenen Safte der Weine und aus den Presslingen durch eine Oxydation des Alkohols entsteht; ausser den Bestandtheilen der Weintraube, dem Weinstein, wenigen Sulfaten und Chloriden, besitzt er ein angenehmes Aroma, welches ihn als Speiseessig höchst werthvoll macht.

Der Obstessig steht dem Weinessig an Güte am nächsten, nach der Wahl des Obstes unterscheidet man mehr als 30 verschiedene Sorten desselben. Der kräftigste und schärfste Essig dieser Art ist der Cider- oder Aepfelessig: er enthält ausser einer ziemlich bedeutenden Menge von Essigsäure noch Aepfelsäure, Weinsäure und Bernsteinsäure, welche durch die weitere Zersetzung der Aepfelsäure entstanden ist. Auch besitzt er stets einen Gerbsäure-Gehalt und zwar in viel höherm Grade als der Weinessig; er wird deshalb in eisernen Geschirren leicht geschwärzt. Sein Aroma ist gering und nur dann vorwaltend, wenn ganz feine Aepfelsorten zu seiner Darstellung benutzt werden.

Der Birnenessig zeichnet sich durch sein Aroma ganz besonders aus: derselbe hat qualitativ dieselben Bestandtheile wie der Aepfelessig; jedoch ist der Essigsäuregehalt bei ihm vorwaltend, die Aepfelsäure gering und die Weinsäure fehlend, auch sein Gerbstoffgehalt ist nicht unerheblich.

Der Bieressig ist ein schlechter Essig, welcher als Speiseessig seltner zur Anwendung kommt; er wird aus abgestandenem und sauer gewordenem Bier dargestellt, wobei sowohl das Aroma als das Bittere des Hopfens zerstört werden. Ein bitterer Bieressig ist ein charakteristisches Zeichen, dass das dazu benutzte Bier mit Terra japonica (Catechu) oder Quassia versetzt gewesen ist.

Der Honig- oder Methessig kommt in Friesland, im südlichen Frankreich und überhaupt in Gegenden vor, wo viel Bienenzucht getrieben wird. Er wird aus dem sogenannten Wachswasser dargestellt, d. h. aus der letzten Abkochung der Waben, wodurch das Wachs ausgeschieden und vom Honig getrennt wird; auch sind die Presslinge der Waben dazu benutzt worden. Der Honigessig enthält ausser Essigsäure wenig andere saure Bestandtheile; dagegen hat er einen Geruch, welcher an Wachs erinnert resp. an diejenigen Pflanzen, von welchen die Bienen den Honig entnommen haben. So besitzt z. B. der Honigessig von Languedoc bisweilen einen auffallenden Geruch nach Rosmarin oder auch wohl nach Lavendel. Wegen seines Gehaltes an thierischen Substanzen ist der Honigessig nicht sehr haltbar, namentlich wenn er aus den Presslingen der Waben dargestellt worden ist.

Der Malz- und Getreideessig, der viele fremde Bestandtheile, Gummi, Dextrin u. s. w. enthält, wird fast nur in England dargestellt, indem man gemalztes Getreide mit stärkemehlhaltigen Substanzen (Kartoffeln) der Gährung unterwirft und den gebildeten Alkohol durch den atmosphärischen Sauerstoff in Essigsäure überführt. Das den Sauerstoff der Luft auf den Alkohol übertragende Ferment ist die Essig-

mutter (Essigkahm), Mycoderma aceti. Enthält die alkoholische Flüssigkeit noch Albuminate und phosphorsaure Alkalien, so vermehrt sich der Pilz sehr schnell.

Aeltere Methode der Essigfabrication. Man lässt die Gährung in Fässern von Eichenholz (Müttern) vor sich gehen, deren Umfang sich natürlich nach der Grösse des Betriebes richtet. Man zieht mehrere kleine Fässer vor, die in der Essigstube auf hölzernen Gestellen lagern; die Temperatur in derselben liegt zwischen 25—30°.

Beide Böden der Fässer sind an gegenüberliegenden Stellen durchbohrt, um Gelegenheit zum Luftwechsel zu geben; zum Beschicken und Abziehen ist eine grössere Oeffnung angebracht. Um die Essigbildung einzuleiten, setzt man dem Weine alten, vorher erhitzten Essig zu und fügt erst nach 8 Tagen wieder Wein hinzu.

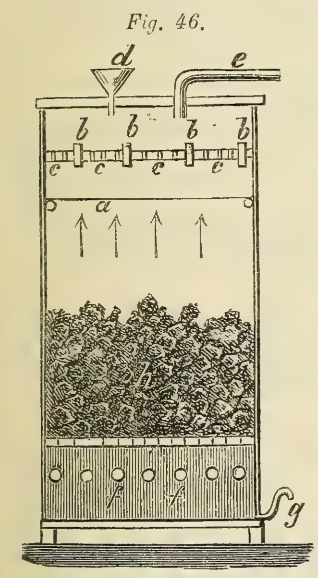
Bei der Darstellung von Bieressig müssen gewöhnlich noch Spiritus und Wasser zugesetzt werden. Benutzt man Branntwein, so wird derselbe bis auf einen Gehalt von 6—7 % Alkohol verdünnt und auf 35—40° C. erwärmt.

Die Luft in diesen Räumen ist für jeden Fremden höchst unangenehm und unerträglich; man muss von Zeit zu Zeit die Thüren öffnen, was schon wegen der Zunahme der Temperatur, welche durch die gährenden Flüssigkeiten veranlasst ist, nothwendig wird.

Schnellessigfabrication. Die sogenannte Maische, eine Mischung von 1 Ohm Wasser und 9 Quart Spiritus von 80%, lässt man über Buchholzspäne in hölzerne Bottiche, Essigständer oder Essigbilder genannt, fliessen.

Der Zuflusstrichter liegt bei *d* (Fig. 46); neuerdings empfiehlt man auch den Schaukeltrog zum Aufgeben der Flüssigkeit. Kurz unter dem hölzernen Deckel ist ein durchlöcherter Boden; in jedem, einige Millimeter weiten Loche hängt ein 15 Ctm. langer Baumwollfaden, der durch ein hölzernes Pflöckchen (*c*) gezogen ist und die Flüssigkeit nach unten leitet; andere Löcher mit Glas- oder Holzröhren (*b*) dienen zur Abführung der Luft. Einige Fabricanten bringen noch bei *a* einen mit Leinwand bespannten Rahmen an. Ueber dem untern Boden liegt ebenfalls ein durchlöcherter Boden, auf dem die Buchholzspäne lagern; der mit Holzspänen ausgefüllte Zwischenraum hat eine Reihe nach innen geneigter Löcher, die das Ausfliessen der Flüssigkeit verhindern, aber das Eindringen der Luft gestatten (*ff*). Am Siphon *g* fliesst die Flüssigkeit ab.

Fig. 46.



Um den Process zu beschleunigen, findet eine sogen. Ansäuerung statt, d. h. es wird entweder Essiggut, welches schon einmal einen guten Essigbilder passirt hat, oder auch fertiger Essig über die Späne gegossen, wodurch die eigentliche Oxydation resp. Essigbildung um 2—3 Tage beschleunigt wird. Hierbei findet eine bedeutende Temperaturerhöhung statt, die man jedoch nicht über +30° steigen lassen darf, wenn man nicht einen bedeutenden Verlust an Alkohol und Aldehyd erleiden will.

Die Maische lässt man, wenn sie unten abgelaufen ist, noch zweimal über Späne laufen, worauf fast sämmtlicher Alkohol in Essig übergeführt wird. Wendet man, wie es gewöhnlich geschieht, nicht fuselfreien Spiritus an, so treten selbstredend auch die Säuren der andern Alkohole, z. B. bei Kartoffelspiritus die Säure des Amylalkohols, also Baldriansäure, auf. Da derselbe auch Butylalkohol enthält, so wird in dem betreffenden Fabricate auch Buttersäure nicht fehlen.

Die Fabricanten verwenden fast immer rohen Kartoffelspiritus, weil die Verbindung des Alkohols mit den eben genannten Säuren resp. den betreffenden Aetherarten einen höchst angenehmen und obstähnlichen Geruch besitzt, wodurch der erzeugte Essig bezüglich des Geruchs allerdings dem Obstessig gleich wird, bezüglich seiner Verdaulichkeit aber an Werth verliert, da manche Constitution denselben gar nicht verträgt und sich nach dem Genusse desselben stets unwohl befindet; dies Unwohlsein äussert sich namentlich in mannigfachen Verdauungsbeschwerden.

Da der Essig nach dieser Methode farblos ist, so wird er gewöhnlich mit der sogenannten Couleur versetzt, eine Substanz, welche man durch starkes Erhitzen von

Melasse unter einem geringen Zusatze von Natron carbonic. bis zur Zerstörung des Zuckers darstellt.

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass die aus den Essigbildern entströmende Luft mit Essigsäure, Alkohol, Aldehyd und Essigäther geschwängert ist. Lässt man sie in die Nachbarschaft entweichen, so können dadurch sehr leicht Metallgegenstände, z. B. die Nägel der Schieferbedachung, oxydirt resp. verdorben werden; dasselbe ist mit den bleiernen und zinkenen Abfall- und Sammelröhren für das Regenwasser der Fall, wodurch auch letzteres noch mit den betreffenden Metallen verunreinigt werden kann. Solche Nachtheile sind bei grossartigen Anlagen gar nicht selten; ausserdem werden auch die Adjacenten durch den anhaltenden sauren Geruch belästigt.

Diese Dämpfe könnten recht gut wieder vortheilhaft durch Abkühlung condensirt und zum Essiggute gegeben werden. Man muss zu diesem Zwecke die Luftpfeifen, welche am obern Ende der Fässer die Luft durchlassen, zu einem gemeinschaftlichen Rohr (Fig. 46 e) vereinigen, welches dann die warmen Gase und Dämpfe zu einem Kühlapparat führt; letzterer kann mit einem Schornstein in Verbindung gebracht werden. Auch kann man die Dämpfe in mit Kupferdrehspänen angefüllte Räume leiten, um Grünspan zu gewinnen.

Der sogenannte Essigsprit ist Essig, welchen man dadurch erhält, dass man zuerst die gewöhnliche Maische über den Ständer gehen lässt und nach der Umwandlung des Alkohols in Essigsäure eine neue gleiche Quantität Alkohol zusetzt. Nachdem auch diese zweite Portion Alkohol in dem Essigbilder durch Oxydation in Essig umgewandelt worden ist, gibt man noch eine dritte, vierte u. s. w. gleiche Quantität Alkohol zu demselben. Je nachdem nun zur Maische ein-, zwei- oder dreimal Alkohol zugesetzt worden ist, wird das Product ein-, zwei-, drei- oder vierfacher Essigsprit genannt. Zu einem Theil des vierfachen Essigsprits müssen drei Theile Wasser zugesetzt werden, um gewöhnlichen Speiseessig daraus zu bereiten.

Bei der Darstellung des Essigsprits werden gegenwärtig statt Buchholzspäne meistens Holzkohlen in groben Stücken benutzt. Will man Koks gebrauchen, so müssen sie vorher mit Salzsäure behandelt und wieder sorgfältig ausgewaschen werden, weil sie sonst zur Bildung von Schwefelwasserstoff Veranlassung geben und der Essig selbst eisenhaltig wird, welcher dann in eichenen Fässern eine tintenartige Farbe annimmt. Die Salzsäure zerlegt das in den Koks enthaltene Schwefeleisen derart, dass der Schwefelwasserstoff entweicht und das Eisen als Eisenchlorür ausgezogen wird. Die Porosität der Kohle befähigt sie ganz besonders für die Absorption des Sauerstoffs.

Die Essigspritfabrication wurde durch den grossen Bedarf Englands hervorgerufen, die eine Frachtreduction nothwendig machte.

Verunreinigung des Essigs. Absichtliche Verunreinigungen geschehen meistens durch Schwefelsäure, viel seltner durch Salpetersäure und Oxalsäure. Hierbei muss man wohl die schwefelsauren und salpetersauren Salze sowie die Oxalsäure, welche schon ursprünglich dem Essig angehören, von demjenigen Antheil, welcher absichtlich zugesetzt worden ist, unterscheiden.

Um die Schwefelsäure nachzuweisen, giesst man 15 — 30 Th. des zu untersuchenden Essigs in eine Porcellanschale und setzt demselben 1 Th. weissen Candiszucker zu. Wird nun die Flüssigkeit im Wasserbade verdunstet, so wird die im Essig vorhandene Schwefelsäure concentrirt; sie wirkt aber dann auf den aufgelösten Rohrzucker ein und verkohlt denselben. Wird nun der in der Verkohlung begriffene Rückstand auf freiem Feuer weiter erhitzt, so tritt eine Entwicklung von schwefliger Säure ein, die sich durch braunes Bleisuperoxyd-Papier nachweisen lässt, welches dann weiss (Bleisulfatbildung) wird.

Vermischung mit scharfen Pflanzenstoffen erkennt man am besten durch Abdunsten des Essigs bis zur Extractconsistenz; durch den Geschmack überzeugt man sich von der Beimischung.

Kupfer, Blei, Zink können nur im Essig, welcher aus Essigsäure bereitet worden, vorkommen und von den Destillationsgefässen herrühren.

Schweflige Säure kann nur im concentrirten Essig (Acet. concent.), der aus Holzessig bereitet worden, vorkommen; dieselbe gibt sich beim Zusatze von Schwefelwasserstoff durch eine weisse Trübung resp. Ausscheidung von Schwefel zu erkennen. Auch wird eine Auflösung von Kaliumchromat dadurch reducirt; die rothe Farbe verwandelt sich in Grün.

Darstellung von Holzessig. Dieser wird durch trockne Destillation von Holz, Torf, Sägespänen, Krappabfällen, Pflanzenüberresten aller Art bei Abschluss der Luft gewonnen, wobei ein Theil des Kohlenstoffs als Kohle zurückbleibt, der übrige Theil hingegen in Gasen und Dämpfen sowohl als auch in öliger (Theer) und wässriger Gestalt (Holzessig) auftritt.

Will man die Dämpfe und Gase nicht als Leuchtgas benutzen, so müssen sie unter den geeigneten Sicherheitsmassregeln in die Feuerung geleitet werden, weil sie sich sonst mit der atmosphärischen Luft zu einem explosiven Gasgemenge vermischen; kommt man diesem mit einem brennenden oder flammenden Körper zu nahe, so tritt sofort die heftigste Explosion ein. Ausser den brennbaren gas- und dampfförmigen Producten (Kohlenoxyd, Methylwasserstoff, Wasserstoff, Acetylen, Xylol, Aethylen, Benzol, Toluol) sind es noch die Dämpfe von Aceton, Holzgeist und Dumasin, welche hier die grosse Feuersgefahr bedingen.

Zur Destillation des Holzes bedient man sich entweder eiserner Retorten oder stehender Cylinder von Schwarzblech, welche letztere man in einen gemauerten cylinderförmigen Ofen bringt. Die Destillationsproducte gelangen in einen aus eisernen Röhren bestehenden Kühlapparat, über welchen beständig kaltes Wasser fliesst. Die condensirten Flüssigkeiten fliessen entweder in Bottiche oder in cementirte Cisternen, während die nicht condensirten brennbaren Gase und Dämpfe durch einen Gassammelkasten in die Feuerung geleitet werden.

Die Flüssigkeiten lässt man längere Zeit ruhig stehen, bis sich zwei Schichten gebildet haben, von denen die obere wässrige die Essigsäure und den Holzgeist, die untere den Theer enthält. Die wässrige Schicht wird abgezogen, durch Sand filtrirt und in kupfernen, durch Dampfröhren geheizten Blasen der fractionirten Destillation unterworfen. Nach Abtreibung des Holzgeistes wechselt man die Vorlage, um den Holzessig abzudestilliren, wobei in der Blase wiederum Theer zurückbleibt.

Setzt man vor dieser Destillation Kalk behufs Neutralisation der Flüssigkeit zu und destillirt dann erst Holzgeist ab, so kann man sich auch eiserner Retorten bedienen. Der gewonnene rohe Holzessig dient meist zur Darstellung von Eisenbeizen, zum Conserviren von Holz u. s. w.

Reinigung des Holzessigs. Versetzt man erst die rohe Säure mit Kalk oder Soda, so unterwirft man das gewonnene Salz einer Destillation mit Schwefelsäure. Hat man Kalk benutzt, so ist das essigsaure Calcium vorher durch Natriumsulfat in essigsaures Natrium zu verwandeln. Man kann ersteres aber auch direct mit Salzsäure abdestilliren, wenn man nur einen Ueberschuss derselben vermeidet; es bleibt dann Chlorcalcium zurück. Bei der Verwendung von Soda zur Neutralisation des Holzessigs erzielt man durch Waschen und Krystallisirenlassen der Salzmasse ein ziemlich reines Salz und aus diesem durch Destillation mit äquivalenten Mengen Schwefelsäure eine ziemlich reine Essigsäure; auch kann man das erhaltene Salz ohne Weiteres mit Schwefelsäure und Kaliumchromat destilliren, um den Rest der empyreumatischen Riechstoffe zu zerstören. Der erhaltene Essig heisst destillirter Essig (Acetum destillatum) mit einem spec. Gew. von 1,010—1,015; setzt man diesen einer beträchtlichen Kälte aus, so erhält man Acetum concent. oder Acid. acet. dilut.[19])

Hat man vor der Abdestillation des Holzessigs das Rohproduct schon mit Kalk neutralisirt, so wird die ganze Masse in grossen Pfannen verdampft und das trockne Salz durch ein stärkeres Erhitzen resp. schwaches Rösten seines Empyreumas beraubt. Diese Procedur muss unter einem besondern Gewölbe vorgenommen werden, um die auftretenden Dämpfe durch eine glühende Kohlenschicht zu leiten; geschieht dies nicht, so haben die Arbeiter viel von den carbolsäure- und kreosothaltigen Dämpfen zu leiden und werden von heftigen Augenentzündungen befallen, die nicht selten in Blenorrhoe übergehen.

Die weitere Bearbeitung und nachfolgende Destillation geschieht nach der oben beschriebenen Methode. Bei der Destillation ist aber ein sehr wichtiger Umstand zu beachten; die Schwefelsäure, welche man zur Zersetzung von holzessigsaurem Natrium benutzt, kann nämlich Salpetersäure oder salpetrige Säure enthalten; bildet sich dann eine Verbindung von essigsauren und salpetersauren Salzen, so können bei der Glühhitze am Boden des Kessels beide Salze

aufeinander wirken und eine heftige Explosion veranlassen, indem der Sauerstoff der Salpetersäure auf den Kohlenwasserstoff der Essigsäure oxydirend einwirkt und die Detonation hervorruft.

Folgender Fall einer Explosion ist höchst wahrscheinlich nur auf diese Weise veranlasst worden.[20]) In einem gusseisernen Kessel eines Fabrikgebäudes befand sich eine durch Zersetzung von holzessigsaurem Calcium mit schwefelsaurem Natrium dargestellte holzessigsaure Natriumlösung. Die heiss filtrirte Lösung, schon etwas abgeraucht, erfüllte den Kessel zu zwei Drittel und wurde durch einen zuverlässigen Arbeiter mittels eines hölzernen Spatels bewegt. Urplötzlich erfolgte ein eigenthümlicher, dem Kanonendonner kaum vergleichbarer Knall, welcher von einer ebenso momentanen Feuererscheinung begleitet eine erschreckliche Wirkung äusserte. Mit dem Kessel waren die Esse, sämmtliche Herde, die Dielen der Decke, die Thüren und Utensilien zertrümmert. Der Knall wurde in einer Entfernung von mehr als 2 Stunden gehört. Die Erschütterung war so heftig, dass sämmtliche Scheiben im Comptoirgebäude sowie mehrere in dem etwa 600 Schritte davon entfernten Siechenhause zersprangen u. s. w. Der mit Rühren beschäftigt gewesene Arbeiter wurde einige Schritte vom Kessel entfernt durch ein Stück des zersprungenen Kessels erschlagen gefunden.

Verwendung findet der reine Holzessig zur Bereitung von Beizen und Farben in der Kattundruckerei und in der Färberei sowie zur Darstellung von Bleiweiss. Zu beachten ist jedoch, dass er mit Arsenik verunreinigt sein kann, wenn die Salzsäure oder Schwefelsäure, welche zur Zersetzung des Calciumacetats angewendet worden, arsenhaltig gewesen ist.

Substitution des Wasserstoffatoms in jedem der beiden CH_3Gruppen des Aethans durch Hydroxyl (OH).

Es entsteht ein Körper mit alkoholischer Eigenschaft: $CH_2(OH)^-CH_2(OH)$: solche Körper kommen auch in der C_3, C_4 und C_5Reihe vor und heissen **Glycole.**

Aethylglycol $CH_2(OH)^-CH_2(OH) = C_2H_6O_2$, das ein O mehr als Alkohol enthält, stellt eine farb- und geruchlose, zähe, bei 197° siedende Flüssigkeit dar.

Glycolsäure $CH_2(OH)^-COOH = C_2H_4O_3$, eine weisse, zerfliessliche Krystallmasse, verhält sich zum Aethylglycol wie die Essigsäure zum Alkohol, bildet sich bei der Oxydation des Aethylglycols und wird direct durch Kochen der Monochloressigsäure mit einem Alkali neben Kochsalz erhalten:

$$CH_2Cl^-COOH + NaOH = CH_2(OH)^-COOH + NaCl.$$

Glycocoll, Amidoglycolsäure, Glycin, Leimzucker, $CH_2(NH_2)^-COOH$, entsteht bei der Substitution des Hydroxyls in der Glycolsäure durch die Amidogruppe: eine schwache Säure, die farblose, luftbeständige Krystalle darstellt und bei der Zersetzung des Leims mit Schwefelsäure, aus der Hippursäure mit Salzsäure u. s. w. gewonnen wird. Sie kommt auch in der Harnsäure und in den Gallensäuren vor.

Letztes Oxydationsproduct des Aethans, Dicarboxyl- oder Dicarbonsäure des Aethans.

Oxalsäure $COOH^-COOH = C_2H_2O_4$, **Kleesäure, Acid. oxal.**, besitzt die Carboxylgruppe zweimal, ist daher eine zweibasische Säure. Sie findet sich in allen Pflanzen: die Kichererbse (Cicer arietinum) enthält sie sogar im freiem Zustande. Als saures Kaliumsalz kommt sie in den Oxalis- und Rumexarten, als Calciumsalz in der Wurzel der Rhabarber, Tormentilla und Saponaria vor. Ihre Entstehung in der Pflanzenwelt leitet man gewöhnlich von der Reduction der Kohlensäure her:

$$2CO_2 + H_2O - O = C_2H_2O_4.$$

Tritt sie im Thierkörper in grosser Menge auf, so bildet sie einen eigenthümlichen Krankheitszustand, die Oxalurie. Im Allgemeinen ist ihr Vorkommen im Harn von der Qualität der genossenen Nahrungs- und Genussmittel abhängig. Nach jahrelangem Gebrauch von Rhabarber hat man nicht selten oxalsauren Urin und oxalsaure Steine beobachtet. Am häufigsten begegnet man ihr nach dem Genusse von vegetabilischer Nahrung, von moussirenden Weinen und kohlensäurereichen Bieren.

Man hat nicht mit Unrecht befürchtet, dass der sog. Vegetarianismus leicht Veranlassung zu einer übermässigen Ansammlung von Oxalsäure geben kann. Die sogen. Maulbeersteine in der Harnblase und in den Nieren bestehen hauptsächlich aus Calciumoxalat; letzteres hat man auch in Darmconcrementen, im Kropfe, im Gallenblasenschleim, auf der Schleimhaut des schwangern Uterus, in der Ovarialflüssigkeit und im Eiter gefunden; constanter soll es in den Excrementen und Gallengängen der Raupen vorkommen.

Die Oxalsäure krystallisirt in grossen rhombischen Säulen $C_2H_2O_4 + 2H_2O$. Sie

schmeckt sauer, ist in 10 Th. Wasser und in 4 Th. Alkohol löslich, bei 100° verliert sie das Krystallwasser, bei 150° sublimirt die wasserfreie Säure unverändert über; bei noch höherer Temperatur zerfällt sie in Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasser. Beim Erhitzen mit Glycerin zerfällt sie in Kohlensäure und Ameisensäure:

$$C_2H_2O_4 = CO_2 + CH_2O_2.$$

Von den Salzen der Oxalsäure sind zu nennen: das Kleesalz, saures oxalsaures Kalium $C_2HKO_4 + H_2O$, welches in Wasser löslich ist; das saure oxalsaure Ammonium $C_2H(NH_4)O_4$, und das oxalsaure Calcium C_2CaO_4, das in Wasser vollständig unlöslich ist.

Einwirkung der Dämpfe der Oxalsäure auf den thierischen Organismus. 1) Es werden 0,75 Grm. Oxalsäure erhitzt und die sich bildenden Dämpfe in die Glasglocke, worin sich eine Taube befindet, geleitet. Nach 5 Kolbenstössen binnen 2 M. Unruhe, Schütteln des Kopfes und Husten, dann wässrige Ausscheidung aus den Nasenlöchern. Bei neuer Zufuhr der Dämpfe nach 8 M. wiederum Unruhe, Schütteln des Kopfs und Husten; nach 11 M. Hinfallen ohne Convulsionen. Bei der Herausnahme bewegt sich die Taube frei, hustet aber oft. Am 2. Tage heisere Stimme ohne ein auffallendes Krankheitssymptom; am 3. und 4. Tage stilles Verhalten, matter und langsamer Herzschlag, häufiges Aufblähen, heisere Stimme und geringe Fresslust; am 5. Tage ist der Herzschlag kaum hörbar, am 6. Tage wird sie Morgens todt gefunden.

Section 10 Stunden post mort. Hirnhäute wenig injicirt; das Zellgewebe in der Umgebung der Trachea enthält an einzelnen Stellen ein ganz dünnes, erbsen- und pfenniggrosses Blutextravasat. Die Schleimhaut des Larynx geschwollen, geröthet und mit einer dünnen, croupösen Schicht bedeckt. Lungen an den Rändern hellroth, sonst an der Oberfläche braunroth und am untern Dritttheil schwarzbraun gefärbt; dieser Farbe entsprechend verhält sich auch das Parenchym. Die schwarzbraunen Stellen werden im Durchmesser von 10 Millim. ausgeschnitten; sie sind fest, luftleer und sinken im Wasser unter; beim Durchschneiden tritt blutige Flüssigkeit zu Tage. Die Pleura an der untern Fläche der Lunge trübe und verdickt. Herz mit festem, schwarzem und geronnenem Blute ganz angefüllt. Wo das Blut einen porcellanenen Teller berührt, bleiben hellrothe Flecke; kein Tropfen flüssigen Blutes zeigt sich. Leber von schwarzbrauner Farbe, mürbe, etwas geronnenes Blut enthaltend. Der Kropf enthält noch Futter, ebenso der Magen.

2) Bei einem im Holzkasten sitzenden Kaninchen wurden 0,75 Grm. Oxalsäure verbraucht. Nach 5 Kolbenstössen Unruhe, Einhalten des Athmens; nach 5 M. 6 unregelmässige, oberflächliche Inspirationen; nach 6 M. starker Husten, aufrechte Stellung mit zurückgezogenem Kopfe, beschwerliche Respiration, schwache Schleimabsonderung an den Augen; nach 11 M. sinkt es aus der aufrechten Stellung allmählig zu Boden und bleibt liegen. Nach 15 M. wird es herausgenommen; sofort beschleunigen sich Athmung und Herzschlag; erst nach 1 Stunde fängt das Kaninchen wieder an zu fressen; Nachkrankheiten zeigen sich nicht.

Die Dämpfe der Oxalsäure kommen zwar in der Industrie nicht oft zur Einwirkung, häufiger kann es aber der Staub derselben sein, welcher möglicherweise durch die Respirationswege direct dem Blute zugeführt wird, wenn mit grössern Mengen dieser Säure manipulirt wird. Thatsachen liegen vor, wonach die Fingernägel solcher Arbeiter weiss opalisirt und brüchig werden, wenn sie mit der Oxalsäure längere Zeit in Berührung kommen. Namentlich tritt diese Erscheinung bei Arbeitern auf, welche sich mit Strohflechten oder Putzen der Metalle mittels Oxalsäure beschäftigen; man hat sogar eine bläuliche Färbung der Nägel und eine blaurothe, von einer Stauung des Blutes herrührende Färbung der Hände beobachtet.

Wird die Oxalsäure inneren Organen auf irgend eine Weise direct zugeführt, so wird sich zunächst ihre saure und reizende Einwirkung entfalten. Bei der Taube fand sich im Larynx ein croupöses Exsudat und in den Lungen eine beginnende Hepatisation. Das Blut war vorherrschend geronnen und zeigte bei der spektroskopischen Untersuchung das Säureband. Die Wirkung der Oxalsäure ist hiernach analog der der übrigen Säuren; hierauf dürfte auch die Beziehung derselben zum Herzen beruhen, welche Cyon[21]) als eine lähmende Einwirkung besonders hervorhebt.

Bei den obigen Versuchen konnte keine Spur von Convulsionen beobachtet werden, welche sonst bekanntlich bei Herzgiften deutlich auftreten. Bei der Taube zeigte sich eine täglich mehr abnehmende Herzthätigkeit, auch die Section bot ein vollständig mit geronnenem Blute angefülltes Herz dar; diese Erscheinungen konnten jedoch im beregten Falle auch mit dem gestörten Respirationsprocesse in Verbindung gebracht werden.

Das Kaninchen blieb gesund, obgleich sicher anzunehmen ist, dass es einen nicht unbeträchtlichen Theil der Dämpfe inhalirt hatte. Die Restitution wird dadurch ermöglicht, dass Oxalsäure sich in Kohlensäure umsetzen kann. Wird die Säure im Verhältniss von 0,4 Grm. in einem Liter Wasser gelöst, so geschieht dies ausserhalb des Organismus durch den Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffs um so leichter, wenn eine Temperaturerhöhung bis zu 25° und 30° C. hinzutritt. Da im lebendigen Organismus diese Bedingungen vorhanden sind, so unterliegt es keinem Zweifel, dass dieser Vorgang auch bei der Aufnahme der Oxalsäure vom Blute stattfindet, wenn eben nicht so grosse Mengen wie bei der Taube aufgenommen worden sind, dass sich ihre saure Einwirkung geltend macht.

In ähnlicher Weise wirken nur die sauren, nicht aber die neutralen Oxalate, welche bekanntlich in den Oxalis- und Rumexarten vielfältig genossen und im Organismus in Carbonate umgewandelt werden.

Die Ansicht von *Onsum* und *Almen*[22], dass die Oxalsäurevergiftung auf Embolie der Lungenarterien in Folge des sich im Blute bildenden Calciumoxalats beruhe, ist unhaltbar, da schon der geringe Kalkgehalt im Blute diese Bildung unmöglich macht; viel eher dürfte man annehmen, dass eine Gerinnung des Blutes in Folge der Einwirkung der Säure Störungen in der Blutcirculation hervorrufen könnte.

Bei der Aufnahme der Oxalsäure per os hängt sehr viel davon ab, ob dabei der Magen leer oder gefüllt war, wie sich dies aus folgenden Versuchen ergibt: Eine Taube erhielt 0,5 Grm. Oxalsäure und nach 14 Tagen Morgens und Mittags je 0,5 Grm. nach dargereichtem Futter. Nach 3 Wochen dieselbe Gabe in derselben Weise, so dass sie selbst nach im Ganzen genommenen 2,5 Grm. Oxalsäure keine Krankheitserscheinungen darbot. Zwei Tage nach der letzten Gabe erhielt sie Morgens im nüchternen Zustande 0,5 Grm. Oxalsäure, worauf sie sich nach 5 M. heftig schüttelt, die Bauchlage einnimmt und dann ohne alle Convulsionen und ohne auffällige Symptome nach 10 M. stirbt. Der anfangs erregte Herzschlag erlahmte rasch, Dyspnoe fehlte aber.

Bei der Section nach 24 Stunden fiel, ausser einer geringen Hyperämie in den Gehirnhäuten und in den Lungen, vorzugsweise das von dickflüssigem und braunrothem Blute strotzende Herz auf, das Blut röthete sich an der Luft in ganz dünnen Schichten etwas heller. Auch die dunkelbraunrothe Leber ist reich an solchem Blute, welches stark sauer reagirt. In dem Zellgewebe unter der blassen Schleimhaut des leeren Kropfes findet sich ein thalergrosser, dünner Bluterguss; der Magen enthält nur ein paar kleine Steinchen; die schwach geröthete Schleimhaut des Dünndarms ist mit einem dickschleimigen Ueberzuge versehen. Ausser der sauren Reaction des Blutes dürfte der Herzbefund jedenfalls mit der Wirkung der Säure in Verbindung zu bringen sein.

Meerschweinchen vertrugen 1 Grm. und Kaninchen selbst 2 Grm., ohne sichtbare Folgen zu zeigen.

Bei Menschen hat man nach Gaben von 15 Grm. gastroenteritische Erscheinungen mit Geschwürbildung beobachtet, welche nach 7 Tagen tödtlich wurden.[23] Eine Gabe von 30 Grm. kann bei Menschen binnen 2 Stunden den Tod herbeiführen und bloss ein Gefühl von Erstarrung, ein Brennen in der Herzgrube, Erbrechen von zähem Schleim und ein frühes Schwinden des Radialpulses hervorrufen.

Unter den organischen Säuren nimmt die Oxalsäure die erste Stelle bezüglich der giftigen Wirkung ein und ist um so beachtungswerther, als sie nebst dem sog. Kleesalz meist durch Unvorsichtigkeit mit Bitter- oder Glaubersalz u. s. w. verwechselt und in den Gewerben vielfach verwendet wird.

Oxalsäure-Industrie.

In sanitärer Beziehung handelt es sich bei der Darstellung der Oxalsäure aus Melasse oder Stärkemehl durch Salpetersäure vorzüglich um die auftretende salpetrige Säure. Man benutzt dieselbe neuerdings zur Schwefelsäurefabrication, weshalb man auch beide Fabricationszweige

vereinigen muss, was nicht bloss aus sanitären, sondern auch aus pecuniären Rücksichten geboten ist.

Bei der Darstellung der Säure aus Sägemehl und Kali causticum trägt man trocknes Sägemehl in schmelzendes Kalium- oder Natriumhydrat ein, wobei sich neben Wasserstoff sehr leicht fein vertheiltes Kali im Fabrikraum verbreiten kann; hierdurch können die äussere Haut und die Augen der Arbeiter in bedenklichem Grade gereizt werden, wozu auch noch eine gewisse Menge von Kreosot und Carbolsäure, die sich hierbei entwickelt, beiträgt. Ferner veranlasst der Stickstoffgehalt des Holzes die Bildung von Cyanverbindungen, und diese führen bei der Abscheidung der Oxalsäure aus den Salzen zur Entwicklung von Blausäure.

Alle diese verschiedenen Gase und Dämpfe machen es durchaus nothwendig, dass die ganze Arbeit unter einem gut ziehenden Schlote vorgenommen werde, um sowohl die gesundheitsschädlichen Gase und Dämpfe als auch den feuergefährlichen Wasserstoff so rasch wie möglich aus dem Fabrikraume zu entfernen. Zur Verhütung der Einwirkung der sich nebelartig entwickelnden kalihaltigen Dämpfe sind unter Umständen noch besondere Schutzmasken erforderlich, namentlich wenn die Erhitzung sehr rasch geschieht.

Dampfförmige Oxalsäure tritt bei der Bereitung des oxalsauren Eisens auf, wenn zu dessen Darstellung ein Gemisch von Eisensulfat mit saurem oxalsaurem Kalium bei Abschluss eines lösenden Mediums zur Anwendung kommt. Eisenoxalat vertritt gegenwärtig in der Photographie mit Vortheil die Silbersalze.

Verwendung findet die Säure als Reinigungsmittel von kupfernen und messingenen Gegenständen; eine Lösung von Oxalsäure ist als sog. Zuckersäure sehr gebräuchlich und wird häufig in Specereiläden verkauft. Bei den messingenen Gefässen bringt sie eine kupferrothe Färbung hervor, indem das Zink weggenommen und das Kupfer auf der Oberfläche angereichert wird. Die gelösten Metalle (Zink und etwas Kupfer) können auf diese Weise leicht in das Küchenspülicht gelangen und möglicherweise tödtlich auf Thiere, welche dasselbe als Nahrungsmittel erhalten, einwirken; es ist deshalb diese Reinigungsmethode der messingenen Kochgeschirre ganz unstatthaft.

Beim Gebrauche der sauren oxalsauren Salze resp. des Kleesalzes zur Vertilgung von Rost- und Tintenflecken ist die Aufbewahrung zur Verhütung von Verwechslungen zu beachten.

In der Färberei und bei der Strohhutfabrication wird die reine Oxalsäure benutzt. In den Färbereien ist es schwierig, die betreffenden Waschwässer unschädlich zu machen, da die Säure häufig mit grossen Wassermengen verdünnt vorkommt. Keinesfalls ist der Abfluss derselben in Schlinggruben gestattet, da der Kalk des Bodens schliesslich nicht ausreichen wird, die Säure zu binden; am zweckmässigsten ist es immer, dieselben in öffentliche Canäle resp. in Flüsse und Bäche zu leiten.

Bei der Strohhutfabrication wird das Stroh in verdünnter Oxalsäurelösung eingeweicht; da die Wassermasse nicht sehr gross ist, so ist hier eine Präcipitation der Säure mit Kalk leichter auszuführen.

Blaue Dinte bereitet man durch Lösung von Berlinerblau in Oxalsäure.

C. Sulfosubstitutionsproducte des Aethans.

Aethylensulfid $\begin{matrix}CH_2\\CH_2\end{matrix}{>}S = C_2H_4S$ wird dargestellt, indem man eine weingeistige Lösung von Schwefelkalium mit Aethylenchlorid versetzt. Nach kurzer Zeit verwandelt sich die Masse zu einem weissen Brei, welchem man Wasser zusetzt; man destillirt den Weingeist im Wasserbade ab und wäscht den Destillationsrückstand mit Alkohol aus. Es ist ein weisses, amorphes, in Wasser unlösliches, in Alkohol und Aether kaum lösliches, in schmelzendem Naphtalin aber sehr leicht lösliches Pulver.

Einwirkung von Aethylensulfid auf den thierischen Organismus. 1) Ein kräftiges Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten; 0,25 Grm. Aethylensulfid werden in einem Kölbchen erhitzt und die Dämpfe in den Kasten eingeleitet. Sofort Putzen des Mauls,

Thränen der Augen und unregelmässige Athmung; dann folgt Zurückziehen des Kopfes in den Nacken und Anlehnen an die Wand des Kastens. Nach 9 M. nochmals Zuleitung der Dämpfe von 0,25 Grm. Aethylensulfid: Putzen des Mauls und Thränen der Augen bleiben vorwaltend; nach 23 M. treten starke, aber kurze Convulsionen ein. Herausnahme des Thieres in vollständiger Asphyxie mit starkem Herzklopfen; die Augen starr und hervorgedrängt, Pupille sehr erweitert; nach 1 M. ein paar Inspir., nach 2 M. starkes Schreien und höchst beschleunigte Respiration; nach 3 M. setzt es sich aufrecht; nach 4 M. schwache Gehversuche, schneller Herzschlag und noch sehr beschleunigte Respiration; nach 6 M. läuft es wieder weg und sucht dunkle Orte auf.

2) Ein starkes Kaninchen sitzt in der Glasglocke; die Dämpfe von 0,6 Grm. Aethylensulfid werden durch die Pumpe eingetrieben, zwei Kolbenstösse erfüllen die Glocke mit Dampf. Nach 3 M. stockt die Respiration, nach 4 M. Thränen der Augen. Nach 6 M. bei erneuter Zufuhr der Dämpfe die heftigsten Convulsionen; dann Herausnahme des Thieres in vollständiger Asphyxie mit schwachem Herzschlage. Ein paar tiefe Athemzüge gehen in beschleunigte Respiration über, dabei Zittern des Oberkörpers mit tetanischem Ausstrecken der Hinterbeine und hervorstehenden Augen; nach 2 M. geringe Empfindung in letztern, 30 Inspir. binnen $\frac{1}{4}$ M.; nach 4 M. schwache Gehversuche; nach 6 M. normales Verhalten, aber erst nach 2 St. bewegt es sich wieder frei. Nachkrankheiten entstehen nicht.

Der Exophthalmos und die sehr heftigen Convulsionen treten in derselben Weise wie bei der Wirkung des flüssigen Schwefelwasserstoffs auf, nur mit dem Unterschiede, dass sich bei letzterem verengte und beim Aethylensulfid erweiterte Pupillen zeigen.

Aethylmercaptan $CH_3{-}CH_2(SH) = C_2H_6S$ entspricht dem Aethylalkohol und wird durch Destillation von Aethylchlorid mit Kaliumsulfhydrat dargestellt:

$$C_2H_5Cl + KSH = C_2H_5(SH) + KCl.$$

Eine höchst unangenehm riechende Flüssigkeit, welche bei $+15^0$ siedet, wenig löslich in Wasser, aber mit Alkohol und Aether mischbar ist.

Einwirkung des Aethylmercaptans auf den thierischen Organismus. 1) Eine Katze sitzt im kleinen Holzkasten; beim Eindringen der Dämpfe von 0,25 Grm. starkes Speicheln, Thränen der Augen, grosse Unruhe, sehr beschleunigtes Athmen bei halber Seitenlage; nach 4 M. Erbrechen und heftige convulsivische Zuckungen in den Vorderbeinen; nach 5 M. Tetanus mit ein paar krampfhaften Inspirationen. Sofort Herausnahme des Thieres bei vollständiger Asphyxie, erweiterter Pupille und schwacher Trübung der Cornea; 1 M. nachher ein paar krampfhafte Inspirationen, die langsam an Zahl zunehmen. Nach 7 M. sitzt sie aufrecht unter heftigem Schreien; nach 8 M. Hinfallen bei Gehversuchen; nach 20 M. noch Schwanken bei vornübergeneigtem Kopfe und convulsivischen Zuckungen in den Vorderbeinen; nach 30 M. bewegt sie sich noch nicht.

2) Dieselbe Katze wurde nach 1 Stunde nochmals in den Kasten gebracht; beim Eintritt der Dämpfe Speicheln, schweres Athmen, Schliessen der Augen, Erbrechen und Umfallen bei Gehversuchen; nach 3 M. Seitenlage, convulsivische Bewegung der Vorderbeine und Asphyxie; nach 4 M. ein paar krampfhafte Inspirationen, nach 7 M. Herausnahme in leblosem Zustande; die Pupille ist erweitert, auf der Mitte der Cornea erbsengrosse weisse Flecke, die Lippen sehr blass.

Section nach 12 Stunden. Die Gefässe der Pia mater strotzen von Blut, ebenso die Plex. ven. spin.; der rechte obere und mittlere Lungenlappen emphysematös; die linke Lunge von schmutzigbrauner Farbe und mit einigen Ekchymosen bedeckt. Aus den Durchschnittsflächen des braunen Parenchyms tritt viel Schaum aus, Blutgehalt mässig; auf der schmutzigbraunen Schleimhaut der Trachea liegt etwas Schaum. Im rechten Herzen geronnenes und etwas flüssiges, im linken Herzen nur etwas flüssiges Blut. Die Unterleibsorgane blutreich; wenig flüssiges, braunrothes Blut, das an der Luft gerinnt, aber leicht heller wird.

Die Wirkung von Aethylmercaptan ist fast gleich der des Methylmercaptans; der Sectionsbefund spricht für den Tod durch Asphyxie.

Aethylsulfid, Schwefeläthyl $\begin{matrix} CH_3{-}CH_2 \\ CH_3 \quad CH_2 \end{matrix}{>}S$ oder $C_4H_{10}S$, eine dem Aether entsprechende, farblose, widrig nach Knoblauch riechende Flüssigkeit, welche aus äthylschwefelsaurem Calcium mit Schwefelkalium dargestellt wird; sie siedet bei 73^0.

Einwirkung von Aethylsulfid auf den thierischen Organismus. Ein Kaninchen sitzt im kleinen Kasten, in welchen die Dämpfe aus 16 Th. äthylschwefelsaurem Calcium

und 5½ Th. Schwefelkalium eingeleitet werden, nachdem sie von ihrem Schwefelwasserstoffgehalt befreit worden. Sofort grosse Unruhe, nach 2 M. die heftigsten Convulsionen, lautes Schreien, Aufsperren des Mauls, contrahirte Pupille und nach 2½ M. vollständige Asphyxie; nach 3½ M. ein paar Inspirationen und nach 4 M. Herausnahme des Thieres. Das rechte Auge zeigte eine trübe Hornhaut und prominirt stark; nach einer krampfhaften Inspiration schwindet auch der Herzschlag. Ein mit Bleiessig getränkter Fliesspapierstreifen wurde in das Maul gelegt und alsdann die künstliche Respiration durch Erheben des Thorax eingeleitet, worauf sich braune Flecke auf dem Papier zeigten.

Section nach 16 Stunden. Leichenstarre sehr stark; Pia mater sehr hyperämisch; an der untern Fläche der beiden Gehirnlappen in der Nähe des Kleinhirns ein linsengrosses Blutcoagulum und ein ganz dünnes flüssiges Blutextravasat; Plex. ven. spin. sehr blutreich; zwischen Dura mater und Wirbel ein dünnes, flüssiges Blutextravasat. Lungen schwarz und dunkelbraun marmorirt, mit einzelnen ziegelrothen Flecken; aus den Durchschnitten des dunkelbraunen Parenchyms tritt flüssiges Blut und beim Zusammendrücken feiner Schaum zu Tage, welcher die Bronchien bis zur Bifurcation anfüllt; die Schleimhaut der Bronchien und der Trachea ist braunroth. In beiden Herzhälften geronnenes, schwarzes Blut; das Blut, welches sich in der Brusthöhle angesammelt hatte, war flüssig, von dunkelrother, fast schwärzlicher Farbe und wurde an der Luft heller roth.

Obgleich das Aethylsulfid eine ziemlich feste Verbindung ist, welche sich auch direct mit Metallen verbindet, so scheint es doch im Organismus einer raschern Zersetzung zu unterliegen, da die Vergiftungserscheinungen mit der Einwirkung von Schwefelwasserstoff übereinstimmten. Auch hier erinnert die starke Prominenz der Augäpfel an die Wirkung von flüssigem Schwefelwasserstoff. Ein mit Bleiessig getränkter Streifen von Fliesspapier ergab in der Mundhöhle des Versuchsthiers eine deutliche Schwefelwasserstoff-Reaction.

Sulfaldehyd $CH_3{-}CHS = C_2H_4S$ entspricht dem Aldehyd und bildet sich beim Einleiten von Schwefelwasserstoff in Aldehyd. Es entsteht hierbei anfänglich ein Oel, welches erst durch Zersetzung mittels einer Säure den Sulfaldehyd liefert. Er stellt weisse, farblose, zwischen 40—50° sublimirbare Krystalle dar.

Einwirkung der Dämpfe von Sulfaldehyd auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube sitzt in der Glasglocke. Die Dämpfe werden mittels der Compressionspumpe eingetrieben; sie dringen in einer Menge von 83 C.-C. ein. Nach 1 M. Taumel, Senken des Kopfes, Zurückziehen des Hauptes in den Nacken und starke Dyspnoe; nach 2 M. Aufhören der Respiration; nach einem kurzen Aufschlagen der Flügel stürzt sie leblos hin.

Section nach 3 Stunden. Pupille sehr erweitert, Hals schwanenartig gebogen, unter der Kopfschwarte am Hinterkopfe ein dünnes Blutextravasat, schwache Hyperämie der Hirnhäute. In dem die Trachea umgebenden Zellgewebe an mehreren Stellen geronnenes Blut im Umfange eines Silbergroschens; aus dem eingeschnittenen linken Brustmuskel fliesst flüssiges Blut aus. Die Schleimhaut der Trachea an der Theilungsstelle injicirt; Lungen von hellrother Farbe, auf den Durchschnitten etwas flüssiges Blut. Das Herz, äusserlich stark injicirt, enthält viel flüssiges und wenig geronnenes Blut von dunkelbraunrother Farbe.

2) Ein starkes Kaninchen sitzt in der Glasglocke; es wird ungefähr 1 Grm. Einfach-Schwefelaldehyd erwärmt; zwei Kolbenstösse erfüllen die Glocke mit Dampf. Nach 3 M. Thränen der Augen; nach 6 M. bei neuer Anfüllung der Glocke mit Dampf grosse Unruhe, dann Niederlegen des Kopfes auf den Boden und die heftigsten Convulsionen. Sofortige Herausnahme; vollständige Asphyxie, kurz darauf ein paar tiefe Inspirationen, dann sehr beschleunigte Respiration unter zitternder Bewegung des Körpers und tetanischem Ausstrecken der Hinterbeine; nach 2 M. zieht es auf einen äussern Reiz die Beine an sich; nach 4 M. mühsame Gehversuche, nach 6 M. wieder normale Respiration. 1 St. lang verhält es sich ruhig, nach 2 St. läuft es wieder umher und bleibt auch gesund.

Die heftigen Wirkungen, welche durch die Dämpfe des Sulfaldehyds hervorgerufen werden, stimmen fast vollständig mit der Intoxication durch Schwefelwasserstoff überein, obgleich derselbe nicht nachzuweisen war.

Sollte dieser Körper in der Technik eine Wichtigkeit erlangen, so ist die Gefährlichkeit seiner Dämpfe wohl zu beachten; selbst bei der einfachen Mani-

pulation mit demselben empfinden manche Menschen ein höchst widerliches Gefühl und Brechneigung. Höchst lästig ist auch der ekelhafte Geruch, welcher an den Kleidern, den Händen oder den Haaren haften bleibt, wenn man sich den Dämpfen ausgesetzt hat; bei reizbaren Naturen können schon hierdurch Kopfschmerzen, Uebelkeit und Erbrechen hervorgerufen werden.

Alle geschwefelten Abkömmlinge des Aethans haben bis jetzt noch keine technische Verwendung gefunden, erfordern aber in sanitärer Beziehung, wenn sie in Laboratorien zu wissenschaftlichen Zwecken dargestellt werden, die grösste Vorsicht.

D. Nitrogen-Substitutionsproducte des Aethans.

Aethylamin, Aethylammoniak, Aethyliak, $C_2H_5NH_2 = C_2H_7N$, wird dargestellt, indem man Jod- oder Bromäthyl in einer verschlossenen Röhre erhitzt, wobei sich zunächst jod- und bromwasserstoffsaures Aethylamin bildet:

$$C_2H_5Br + NH_3 = C_2H_7N \cdot BrH.$$

Durch Destillation mit Kaliumhydrat wird dann BrH vom Aethylamin (C_2H_7N) getrennt.

Aethylamin ist ein nie fehlender Bestandtheil der Producte der trocknen Destillation aus bituminösen Fossilien, indem es sich hierbei durch das Zusammentreten von Aethylen und Ammoniak im Status nasilicus bildet. Häufig tritt es als Product der Fäulniss der Excremente und namentlich des Klebers bei der Weizenstärkemehlfabrication sowie beim Zusammenschmelzen der Hornsubstanz mit Alkalien auf. Es stellt eine farblose, stark nach Ammoniak riechende und auch in ihrer Causticität dem Ammoniak gleichstehende Flüssigkeit dar, welche mit gelber Flamme brennt, bei 19° siedet und mit Säuren gut krystallisirende Salze bildet, unter welchen das Doppelsalz mit Salzsäuren und Platinchlorid schöne dunkel-orangegelbe Tafeln darstellt. Man benutzt dieses Verhalten zum Nachweise des Aethylamins im Leuchtgase und unter den Gasen der trocknen Destillation überhaupt.

Die Versuche mit den Dämpfen des Aethylamins bei Thieren lieferten von der Wirkung des Ammoniaks kaum abweichende Ergebnisse; ganz besonders wurden die Augen der Versuchsthiere afficirt.

Man unterscheidet noch Diäthylamin $(C_2H_5)_2N$, Triäthylamin $(C_2N_5)_3N$, wovon das erstere bei 57°, das letztere bei 96° siedet.

Cyanäthyl, Aethylcyanid, Cyanwasserstoffäther, $C_2H_5Cy = C_3H_5N$, wird durch Erwärmen von Cyankalium (1 Th.) mit äthylschwefelsaurem Kalium (2 Th.) dargestellt. Die sich entwickelnden Dämpfe sind behufs Beseitigung der Blausäure über Quecksilberoxyd zu leiten und ist die grösste Vorsicht bei der Darstellung dieses Präparats erforderlich.

Eine farblose, ätherisch riechende Flüssigkeit, welche bei 97° siedet, wenig in Wasser, in jedem Verhältniss in Alkohol und Aether löslich ist.

Einwirkung von Cyanäthyl auf den thierischen Organismus. Ein Kaninchen sass im kleinen Kasten; 2 M. nach Einleitung der Dämpfe grosse Unruhe und starkes Speicheln, dann Taumel, Schreien, Hinfallen und die heftigsten Convulsionen; nach 3 M. Tetanus; zwei krampfhafte Inspir., weite Pupillen, ein schwacher und unregelmässiger Herzschlag; 1 M. hernach ist das Thier leblos.

Section nach 20 Stunden. Hirnhäute und Plex. venos. spin. strotzen von Blut; Lungen rosenroth, am obern Rande des rechten Lungenlappens Emphysem, auf der untern Fläche der Lunge dunkelbraune Flecke, auf den Durchschnittsflächen etwas flüssiges Blut und beim Zusammendrücken viel weisser Schaum; die Schleimhaut der Trachea braunroth injicirt. Im rechten Herzen viel geronnenes und flüssiges Blut; im linken etwas flüssiges Blut. Die Unterleibsorgane blutreich; das flüssige Blut ist dunkelbraun, gerinnt schnell und wird nach einigen Stunden hellkirschroth. In der Lunge und Leber konnte Cyan resp. Cyanwasserstoff nachgewiesen werden. Diese Organe wurden mit verdünntem Weingeist extrahirt und mit Kalilauge im Ueberschuss versetzt, da das Cyanäthyl mit Kalilauge kein Cyankalium bildet; nach Kochen mit Eisenvitriol und Zusatz von überschüssiger Salzsäure nahm die Flüssigkeit eine grüne Farbe an und bildete nach längerem Stehen einen dunkelblauen Niederschlag von Berlinerblau.

Bei der Einwirkung von Cyanäthyl macht sich Cyan in seiner gefährlichen und tödtlichen Wirkung geltend; der Tod erfolgt asphyktisch. Beim

Sectionsbefunde fiel der feine weisse Schaum im Lungenparenchym auf, wie er stets bei der Inhalation der Dämpfe von Blausäure und Cyan angetroffen wird; man kann daher annehmen, dass Cyanäthyl grade wie Blausäure wirkt, wofür auch der rasche Tod binnen drei Minuten spricht.

Verwendung findet Cyanäthyl in der Phenylfarbenfabrication.

Aethylencyanid $C_2H_4Cy_2$ wird durch Sublimation einer Mischung von Aethylensulfid (2,2) und Cyanquecksilber (6,3) dargestellt. Es stellt feine weisse Nadeln von unangenehmem Geruche dar, die bei jeder Temperatur flüchtig, in Aether und Alkohol löslich sind; aus der ätherischen Lösung krystallisirt die Verbindung in grossen Tafeln.

Das Product hat noch keine technische Verwendung gefunden; die Giftigkeit seiner Dämpfe erfordert schon bei der Darstellung die grösste Vorsicht.

Einwirkung des Aethylencyanids auf den thierischen Organismus. Die Dämpfe werden in den grossen Glaskasten, in welchem ein grosses Kaninchen sitzt, geleitet; nach 1 M. Blinzeln und Schliessen der Augen, häufiger Husten, Hinfallen auf die Seite und Wiederaufstehen. Nach grosser Unruhe stürzt es auf den Kopf und bleibt mit ausgespreizten Beinen liegen; nach 2 M. allgemeine Convulsionen, Aufhören der Respiration, Abgang von Koth und Urin, Pupillen in mittler Contraction. Bei der sofortigen Herausnahme kehrt keine Spur von Respiration zurück.

Section nach 12 Stunden. Cornea sehr zusammengefallen und etwas trübe; an einzelnen Stellen unter dem Felle dünne, silbergroschengrosse Blutextravasate. Pia mater sehr blutreich, zwischen beiden Hemisphären am hintern Rande ein erbsengrosses Blutklümpchen in einem erweiterten Capillargefässe. Plex. venos. spin. fast leer; die Venae jugul. sehr stark mit dickflüssigem, schwarzrothem Blute angefüllt; fast die ganze Oberfläche beider Lungen ist dunkelbraun gefärbt, nur die Ränder derselben und der rechte mittlere Lappen sind hellroth. Der äussern Farbe entspricht auch die Farbe des Parenchyms; die dunklen Partien enthalten viel dunkles, flüssiges Blut, während aus den feinsten Bronchialverzweigungen ein feiner weisser Schaum austritt. Die ganze Luftröhrenschleimhaut ist braunroth injicirt. Im rechten Herzen schwarzes, geronnenes Blut, weniger im linken. Leber hellbraun und reich an dunklem, flüssigem Blute; das dunkelrothe flüssige Blut röthet sich an der Luft sehr lebhaft.

Obgleich der Nachweis von Cyan in der Leiche nicht gelang, so sprechen doch Symptomatologie und Leichenbefund für die stattgehabte Einwirkung von Blausäure.

Sulfocyanäthyl, Schwefelcyanäthyl $CN.S.C_2H_5 = C_3H_5NS$, wird durch Destillation von äthylschwefelsaurem Kalium mit Sulfcyankalium dargestellt. Es ist eine farblose, ölartige, unangenehm nach Knoblauch riechende, pfeffermünzartig schmeckende Flüssigkeit, welche bei 146° siedet, mit blauer Flamme brennt und sich leicht in Alkohol löst.

Mit nascirendem Wasserstoff zerfällt sie in Blausäure und Aethylmercaptan:

$$CN.S.C_2H_5 + H_2 = CNH + C_2H_5SH.$$

Eine Verwendung hat dies Präparat in der Industrie noch nicht gefunden, ist aber wegen seiner Giftigkeit sehr beachtenswerth.

Einwirkung von Schwefelcyanäthyl auf den thierischen Organismus. 1) Ein Kaninchen sitzt im Holzkasten; beim Eindringen der Dämpfe Blinzeln mit den Augen, Schliessen derselben, Urinlassen und starker Husten. Nach 2 M. grosse Unruhe des Thieres, es fällt dann auf die Seite, erhebt sich wieder und wird convulsivisch in die Höhe geschnellt; nach 3 M. allgemeine Convulsionen und beschwerliches Inspiriren mit offnem Maule. Nach 4 M. Herausnahme des Thieres in vollständiger Asphyxie bei verengter Pupille; nach einigen krampfhaften Inspirationen ist es leblos. Die Pupille erweitert sich, zieht sich wieder zusammen und verharrt dann in mittler Contraction.

Section nach 12 Stunden. Starke Hyperämie der Hirnhäute; zwischen den beiden Hirnhemisphären und an ihrem hintern Rande liegt ein erbsengrosses Blutcoagulum. Plex. venos. spin. mässig angefüllt; Lungen schmutzig ziegelroth mit braunen und schwarzbraunen Flecken; auf den Durchschnittsflächen des entsprechend gefärbten Parenchyms viel flüssiges Blut und beim Zusammendrücken ein feiner weisser Schaum, an der rechten Lungenspitze Emphysem; die Schleimhaut der Trachea dunkelkirschroth. Im Herzen überall schwarzes geronnenes Blut; das flüssige, dunkelbraune Blut wird an der Luft hellkirschroth. In den Lungen konnte Cyanwasserstoff deutlich nachgewiesen werden.

2) Nachdem der beim ersten Versuche gebrauchte Kasten 15 Minuten lang offen gestanden hatte, wurde er geschlossen und durch eine Seitenöffnung der

Kopf einer Taube gesteckt. Schon nach ½ M. blinzelt sie mit den Augen und geräth in die grösste Unruhe; auf die Erde gesetzt, schwankt sie, fällt hin, steht wieder auf und bleibt dann schwankend mit beschleunigter Respiration sitzen. Nach 5 M. heftige Erschütterung und Erbrechen, dann ruhigere Respiration; das Erbrechen wiederholt sich mehrmals: nach 12 M. geht sie noch unsicher einher. Die Restitution erfolgt erst nach 1 Stunde.

Schwefelcyanäthyl ist ein höchst giftiger Körper, dessen Dämpfe auch bei Menschen schon in geringer Menge Uebelsein, Erbrechen und krampfhaftes Zusammenschnüren der Brust erzeugen; tödtliche Vergiftungen sind durch sie noch nicht vorgekommen. Als Zersetzungsproduct kann nur Blausäure auftreten, welche die sehr heftige Wirkung der Dämpfe bedingt.

C_3 Gruppe.

Propylverbindungen.

A. Kohlenwassersoffe.

a) **Propylwasserstoff** oder **Propan**, $CH_3-CH_2-CH_3 = C_3H_8$, ist noch wenig erforscht. Alle Propylverbindungen lassen sich von demselben ableiten.

b) **Propylen** $CH_3-CH=CH_2 = C_3H_6$ kommt in den leicht flüchtigen Bestandtheilen von Petroleum vor. Es bildet sich bei der trocknen Destillation und vielen Zersetzungen stickstoffhaltiger organischer Substanzen und ist ein etwas phosphorartig riechendes, farbloses und süsslich schmeckendes Gas.

Das **Isopropylen**, ebenfalls ein Gas, ist noch wenig untersucht worden.

Allylen, $CH_3-C\equiv CH = C_3H_4$, entspricht vollkommen dem Acetylen.

B. Halogen-Substitutionsproducte des Propans.

Propylchlorid $CH_3-CH_2-CH_2Cl = C_3H_7Cl$, sowie das entsprechende **Propylbromid** und **Propyljodid**, haben kein technisches Interesse; sie werden aus dem Propylalkohol mittels gasförmiger Salzsäure resp. Brom- und Jodwasserstoffsäure dargestellt und sind den entsprechenden Aethylpräparaten ähnlich. Diese Aehnlichkeit macht sich auch in ihrer Wirkung auf den thierischen Organismus geltend, nur mit dem Unterschiede, dass die anästhesirende Wirkung weniger, aber der Einfluss der betreffenden Halogene stärker hervortritt.

C. Hydroxyl-Substitutionsproducte des Propans.

Propylalkohol, $CH_3-CH_2-CH_2(OH) = C_3H_8O$ kommt bei der alkoholischen Gährung des Zuckers nur in geringer Menge vor und ist ein Bestandtheil des Fuselöls; er riecht angenehm und siedet bei 98°.

Der Propylalkohol unterscheidet sich bei der Einwirkung auf den thierischen Organismus nicht wesentlich vom Aethylalkohol. Bei Menschen erzeugt er aber leichter eine anhaltende Eingenommenheit des Kopfes und namentlich Druck in der Stirngegend.

Isopropylalkohol $CH_3-CH(OH)-CH_3 = C_3H_8O$ unterscheidet sich durch seinen Siedepunct, der bei 84° liegt.

Oxydationsproducte des Propylalkohols.

Propylaldehyd $CH_3-CH_2-CHO = C_3H_6O$ ist eine farblose Flüssigkeit von erstickendem Geruch, welche bei 46° siedet, sich sehr leicht zu Propionsäure oxydirt und reducirend auf Silberlösung wirkt.

Propionsäure, $CH_3-CH_2-COOH = C_3H_6O_2$, das zweite Oxydationsproduct, wird künstlich durch Kochen des Cyanäthyls mit Kali dargestellt, wobei sich gleichzeitig Ammoniak bildet:

$$C_2H_5-CN + KHO + H_2O = C_2H_5-COOK + NH_3.$$

Sie tritt im Schlemmwasser der Weizenstärkefabriken, beim Sauerwerden des Kleisters, bei der trocknen Destillation von Harz, Braunkohle, Torf, bei der Fäulniss des Blutes und Fleisches auf und zeigt sich im Fussschweisse, in der Lohbrühe der Gerbereien, in schlechtem, durch putride Stoffe verunreinigtem Brunnenwasser und überhaupt überall da, wo Gährungs- und Fäulnissprocesse vor sich gehen. Die Essigsäure ist ein sehr häufiger Begleiter derselben, mit welcher sie den scharfen Geruch theilt.

Einwirkung der Propionsäure auf den thierischen Organismus. Im Glaskasten, in welchem ein Kaninchen sass, wurden 4 Grm. der Säure durch erwärmten Sand verflüchtigt; es trat bloss eine unregelmässige Respiration ein. Nach 25 M. abermalige Verdunstung von 4 Grm.; dann starkes Reiben über die Nase, Schliessen der Augen, Verlangsamung der Athmung. Bei der Herausnahme des Thieres nach 1 Stunde zeigte sich auf der Cornea beider Augen eine 2 Mm. breite und 8 Mm. lange milchige Trübung, welche am folgenden Tage wieder schwand. Die reizende Einwirkung auf die Schleimhäute war nicht zu verkennen, liess aber keine Folgen zurück.

Propionsäure-Aether $C_3H_5O_2C_2H_5 = C_5H_{10}O_2$ wird durch Destillation eines Gemenges von einem propionsauren Salz mit absolutem Alkohol und Schwefelsäure dargestellt. Er macht einen Theil des Aromas beim Rum aus und wird deshalb hauptsächlich bei der Fabrication des künstlichen Rums oder auch bei Parfümerien und in Liqueurfabriken benutzt.

Oxydationsproducte des Isopropylalkohols.

Aceton, Essiggeist, Dimethylketon, $CH_3{-}CO{-}CH_3 = C_3H_6O$, bildet sich bei der trocknen Destillation vieler organischer Stoffe, z. B. des Torfes, des Holzes, der Braunkohle, des Zuckers, der Weinsäure u. s. w. und macht einen Bestandtheil des Holzgeistes aus, welcher nicht selten 20—30% Aceton enthält.

Aceton stellt eine wasserhelle Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche dar, welche bei 56° siedet und sich mit Wasser, Aether und Alkohol mischt. Durch Oxydation geht es in Essig- und Ameisensäure, durch Reduction mittels Natriumamalgam in Isopropylalkohol über.

Einwirkung von Aceton auf den thierischen Organismus. 1) Ein grosses Kaninchen wird mit der Schnauze in einen Glastrichter gesteckt, in dessen Grunde ein mit 40 Tropfen Aceton befeuchteter Baumwollpfropfen liegt. Nach 3 M. beschleunigt sich die Respiration; nach 6 M. Zusatz von 40 Tropfen; hierauf beschleunigte und erschwerte Athmung mit Rhonchus sonorus. Nach 9 M. Zusatz von 40 Tropfen; nach 16 M. Glieder schlaff, geringe Reflexreizbarkeit, Seitenlage wie in ruhigem Schlafe. Nach 20 M. Wegnahme des Trichters nach Verbrauch von 160 Tropfen Aceton; vollständige Anästhesie des Thieres; nach 1 M. ein schwaches Erheben des Kopfes bei geöffneten Augen, obgleich es sich nach 5 M. noch wie eine todte Masse hin- und herrollen lässt; Respiration regelmässig. Nach 6 M. beim Klopfen auf den Rücken geringe Reflexreizbarkeit, Seitenlage bei wenig erhobenem Kopfe; nach 11 M. Bauchlage mit gespreizten Hinterbeinen und halbgeöffneten Augen; nach 29 M. lässt es sich noch auf die Seite rollen ohne alle Gegenwehr; nach 32 M. läuft es wieder.

2) 15 Grm. Aceton werden auf Sand geträufelt, der sich auf dem Boden des grossen Glaskastens befindet, in welchem ein grosses Kaninchen sitzt. Es zeigen sich Reiben über die Nase, unregelmässige Athmung, Ausfluss von Schleim aus den Augen und geringes Schwanken. Nach 40 M. Zusatz von 15 Grm.; nach vielfältigem Schwanken fällt es nach 56 M. hin und bleibt nach 60 M. wie in ruhigem Schlafe liegen. Als das Thier nach 75 M. herausgenommen wird, beschleunigt sich anfangs die Respiration, aber schon nach 3 M. steht es auf und geht umher.

Die durch Aceton hervorgerufene Anästhesie war beim ersten Versuche ganz vollständig, jedoch nur von kurzer Dauer; nachtheilige Folgen hatte dieselbe nicht. Eine geringe reizende Einwirkung auf die Schleimhaut des Mundes und der Respirationsorgane war nicht zu verkennen; hierfür sprach beim zweiten Versuche der Speichelfluss und beim ersten Versuche der deutliche Rhonchus sonorus in den Bronchien; beide Erscheinungen liessen aber sofort nach, sobald die Thiere der Einwirkung von Aceton entzogen wurden.[1])

Bei der **fabrikmässigen Darstellung von Aceton** wird essigsaures Natrium der trocknen Destillation unterworfen; neben Aceton bildet sich Natriumcarbonat:

$$\begin{matrix} CH_3{-}COONa \\ +CH_3{-}COONa \end{matrix} = \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!>\!CO + Na_2CO_3.$$

Auch leitet man essigsaure Dämpfe durch gusseiserne, den Retorten ähnliche Röhren, in welchen sich Aetzkalk in schwach rothglühendem Zustande befindet, wobei ein ganz analoger Process stattfindet. Das entstandene Calciumcarbonat ($CaCO_3$) wird hier durch die auftretenden Wasserdämpfe wieder zerlegt und in Aetzkalk übergeführt. Neben der Kohlensäure, die entweicht, kann sich aber auch Kohlenoxyd bilden, wenn der Process längere Zeit mit demselben Kalk fortgesetzt wird und durch die Einwirkung von ausgeschiedenem Kohlenstoff auf die glühende Kohlensäure Kohlenoxyd entsteht. Tritt dieser Umstand ein, so hört man gewöhnlich mit der Zuleitung der Essigdämpfe auf und es wird bloss der Kalk bei gleichzeitiger Einwirkung atmosphärischer Luft der Rothglühhitze ausgesetzt.

In sanitärer Beziehung ist hierbei zu beachten, dass bisweilen die Menge des Kohlenoxyds sehr bedeutend sein kann. Es sind Fälle bekannt geworden, in welchen Arbeiter hierdurch von Erbrechen, Taumel und den übrigen Erscheinungen der Kohlenoxydvergiftung befallen worden sind, wenn der Abzug dieses Gases in die Feuerung versäumt wurde.

Auch ist es erforderlich, Gassammelkasten an der Mündung der Schlangenröhren anzubringen, um von hier aus die Gase unter den bekannten Sicherheitsmassregeln (Einlegen von Eisendrahtbündeln oder eines Drahtgitters in das Ableitungsrohr) in die Feuerung zu leiten, da mit der Kohlensäure und dem Kohlenoxyd stets Acetondämpfe entweichen (cfr. S. 365).

Das Rohdestillat wird mit Kalkmilch vermischt und rectificirt.

Verwendung findet Aceton als Auflösungsmittel für Harze, namentlich zur Darstellung eines feinen Firnisses für die Photographie oder, wie namentlich in England, des Politur- und Buchdruckerfirnisses. Firniss nennt man die Druckerschwärze (s. S. 309).

Mesityloxyd*) $C_6H_{10}O$ entsteht durch Einwirkung der gasförmigen Salzsäure oder der concentrirten Schwefelsäure auf Aceton, wobei sich mehrere Molecüle zu einem Molecül vereinigen und zwar unter Abspaltung von Wasser:

$$2C_3H_6O - H_2O = C_6H_{10}O.$$

Es stellt ein farbloses, stark nach Pfeffermünz riechendes Oel dar, welches nur in Alkohol und Aether löslich ist und bei 132° siedet.

Einwirkung von Mesityloxyd auf den thierischen Organismus. 1) Ein Kaninchen sitzt in der Glasglocke, in welche die Dämpfe des erwärmten Oels mittels der Compressionspumpe eingetrieben werden. Es wird sogleich unruhig und reibt stark über die Nase. Nach 3, 7 und 9 M. neue Zufuhr der Dämpfe. Nach 10 M. Herausnahme des Kaninchens; es bleibt bei offnen Augen liegen, Herzschlag ist unzählbar und die Empfindlichkeit der Augen herabgesetzt; nach 3 M. erhebt es den Kopf, behält aber die Bauchlage; nach 30 M. läuft es wieder umher.

2) Ein Kaninchen wurde mit dem Maul in einen Glastrichter gesteckt, in dessen Grund ein mit 40 Tropfen Mesityloxyd angefeuchteter Baumwollpfropfen lag. Sogleich verlangsamt sich die Respiration; nach 5 M. sind alle Glieder schlaff bei ruhiger Lage wie im Schlafe, nur ein leises Schleimrasseln in den Bronchien ist hörbar. Nach 23 M. noch immer derselbe Zustand; beim Wegnehmen des Trichters erhebt es sogleich den Kopf. Es wird nun mit dem Maule im Trichter auf den Boden gelegt und bleibt ruhig in der Seitenlage; Reflexerregbarkeit ist nicht ganz verschwunden; Respiration ruhig und normal. Dieser Zustand hält 29 M. an; nach einem leichten Schlag auf den Rücken läuft es dann davon und legt sich gestreckt in die Seitenlage. Es bleibt 15 M. lang wie im Schlafe liegen, dann erhebt es sich und bleibt munter. —

In dieselbe Reihe gehören folgende Körper, welche wie Mesityloxyd dargestellt und durch fractionirte Destillation gewonnen werden, da sie einen verschiedenen Siedepunct haben:

Phoron $C_9H_{14}O = 3C_3H_6O - 2H_2O$ siedet bei 200—220°.

Mesitylen $C_9H_{12} = 3C_3H_6O - 3H_2O$, ein wasserhelles Oel, welches zwischen 155—160° siedet (s. die aromatischen Körper).

Zu den Ketonen gehört auch **Dumasin** $C_6H_{10}O$, **Essigbrenzöl**, welches bei der Darstellung des Acetons als Nebenproduct gewonnen wird. Es ist eine farblose,

---

*) Was man früher Metaceton genannt hat, scheint Mesityloxyd gewesen zu sein. Ebenso ist vielleicht auch das Dumasin nichts anderes als Mesityloxyd.

allmählig sich schwach gelb färbende Flüssigkeit von ätherischem Geruche, welche in Weingeist löslich ist und zwischen 120—125° siedet. Wie alle Ketone geht es mit sauren schwefligsauren Alkalien eine Verbindung ein; auch bezüglich seiner anästhesirenden Wirkung stimmt es mit den Ketonen überein.

Früher wurde es vielfach zur Auflösung von Kautschuk und Guttapercha sowie zur Firnissdarstellung benutzt.

Einwirkung von Dumasin auf den thierischen Organismus. 1) Ein kleines Kaninchen sass in der Glasglocke, in welcher 60 Tropfen Dumasin im Sandbade zur Verdunstung kamen. Nach 10 M. Herausnahme des Thieres in Anästhesie, die jetzt noch 15 M. lang unverändert bleibt.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt in der Glocke; 30 Tropfen werden in einem Kölbchen erwärmt und die sich entwickelnden Dämpfe eingetrieben. Nach 15 M. vollständige Anästhesie, die 10 M. lang anhält; bald darauf geht das Thier noch wie betrunken einher.

3) Bei einer Taube trat auf diese Weise nach 6 M. vollständige Anästhesie ein, wobei sie sich wie eine todte Masse hin und her bewegen liess. Nach 6 M. etwas Würgen und Erbrechen; nach 8 M. stürzt sie beim Aufstehen auf den Kopf; sie richtet sich sofort wieder auf. Nach 30 M. vollständige Restitution.

Dumasin hat somit wie die übrigen Ketone eine anästhesirende Wirkung, welche aber Taumel und Schwindel zurücklässt. Beachtungswerth ist aber, dass sich sowohl beim Dumasin wie bei den übrigen Ketonen niemals eine Spur von convulsivischer Bewegung kund gibt.*)

Oxydationsproduct des Isopropylglycols.

Isopropylglycolsäure, gewöhnliche **Milchsäure, Acidum lacticum** $CH_3{}^{-}CH(OH)^{-}COOH = C_3H_6O_3$, kommt in freiem Zustande sowie in Form von Salzen im Thierkörper sehr verbreitet vor; constant findet sie sich im Magensafte, sowie im Dünn- und Dickdarminhalte; häufig zeigt sie sich als pathologisches Product, namentlich im Schweisse, Speichel, in osteomalacischen und rhachitischen Knochen, im Blute bei Pyämie, bei Leukämie, in eitrigen Transsudaten, im Speichel der Diabetiker und überhaupt bei gestörtem Stoffwechsel in Folge krankhafter Blutbildung und behinderten Respirationsprocesses. In der Milch entsteht sie als Spaltungsproduct des Milchzuckers, wobei das Casein als Ferment wirkt. Im Sauerkraut erscheint sie stets in Folge der Gährung, der sogen. Milchsäuregährung.

Ihre **Darstellung im Grossen** geschieht durch Gährenlassen des Zuckers bei Gegenwart von faulem Käse, Kreide und Wasser, wozu man Räume mit einer Temperatur von 30—35° bedarf. Diese Fabrication darf nie im Weichbilde der Stadt vorgenommen werden, da der damit verbundene widerliche Geruch die Adjacenten im höchsten Grade belästigt.

Sie stellt eine farblose, syrupartige, mit Wasser, Alkohol und Aether mischbare Flüssigkeit dar, welche mit Magnesium, Eisen und Zink die bekannten Salze bildet.[2])

Die Fleischmilchsäure $C_3H_6O_3$, Paramilchsäure, wird im Muskelfleisch angetroffen und durch Auslaugen desselben mit kaltem Wasser erhalten.

Oxydationsproduct des Propans in allen drei Kohlenstoffatomen.

Glycerin, Oelsüss, $CH_2(OH)^{-}CH(OH)^{-}CH_2(OH) = C_3H_8O_3$, kommt fast in allen Fetten und Oelen thierischen und vegetabilischen Ursprungs, namentlich im Palmöl, vor. In geringer Menge tritt es auch bei der Zuckergährung auf; es wird gewöhnlich durch Behandeln der Fette mit überhitzten Wasserdämpfen dargestellt. Es ist eine farblose, syrupartige, auch bei —40° noch nicht erstarrende, geruchlose Flüssigkeit von süssem

---

*) Um zu untersuchen, ob eine Chlorverbindung von Dumasin eine nachhaltigere Wirkung ausübe, wurden 20 Tropfen einer farblosen, durch Destillation von Dumasin mit Braunstein und Salzsäure gewonnenen ölartigen Flüssigkeit auf Baumwolle getröpfelt und diese in eine weite, zur Aufnahme des Kopfes einer Taube geeignete Glasröhre gebracht. Sofort nimmt die Respiration ab und nach 3 M. hört sie ganz auf; 2 M. lang schlägt das Herz noch schwach und ganz unregelmässig. Bei der Section fand sich das Herz mit geronnenem Blute angefüllt, im linken Bronchus und im obern Lappen der linken Lunge ein Extravasat von flüssigem Blute im Durchmesser von 12 Millimeter.

Auch die Chloracetone, bei denen für Wasserstoff Chlor substituirt ist, sind farblose Flüssigkeiten von heftigem Geruche, die eine ähnliche Wirkung wie obige Verbindung haben.

Geschmacke, weshalb Glycerin (γλυκύς) auch Oelsüss heisst. Mit Wasserdämpfen ist es leicht destillirbar; ohne diese destillirt es bei 275—280° nicht ohne Zersetzung. Es zieht aus der Luft begierig Feuchtigkeit an; in Wasser und Alkohol ist es löslich, nicht aber in Aether. Die alkalischen Erden löst es wie die meisten Zuckerarten fast in unbegrenzten Mengen auf. Diese in Glycerin löslichen Substanzen bedingen wiederum die Löslichkeit vieler Metalle in Glycerin; man soll daher nie kalkhaltiges Glycerin in Blechflaschen mit bleihaltigem Loth aufbewahren.[3])

Mit Schwefelsäure bildet es Glycerinschwefelsäure $C_3H_5(OH)_2HSO_4$, welche bei der Stearinsäureindustrie entsteht (s. Stearinsäureindustrie).

Chlorhydrine bilden sich bei der Einwirkung der Salzsäure auf Glycerin; je nach der Dauer derselben entsteht entweder Monochlorhydrin $C_3H_7ClO_2$, Dichlorhydrin $C_3H_6Cl_2O$ oder Trichlorhydrin $C_3H_5Cl_3$. Letzteres soll dem Chloral ähnlich wirken.[4])

Allylverbindungen.

Der Name dieser Verbindungen rührt von ihrem Vorkommen in den Alliumarten her; sie stellen Alkohole dar, die sich durch ein Minus von 2H von den gewöhnlichen Alkoholen unterscheiden. Die zur C_3 Gruppe gehörigen Verbindungen sind die wichtigsten und leiten sich von Isopropylen $CH_2{=}CH{-}CH_3$ her.

Allylalkohol $CH_2{-}CH{-}CH_2OH = C_3H_6O$ bildet sich beim Erhitzen von Glycerin mit Oxalsäure auf 190° und ist dem Aceton und Propylaldehyd isomer.

Acrolein, Acrol $CH_2{-}CH{-}CHO = C_3H_4O$, das Aldehyd des Allylalkohols, wird durch Erhitzen von Glycerin dargestellt, wobei Glycerin 2 Mol. Wasser abspaltet:

$$C_3H_8O_3 = C_3H_4O + 2H_2O.$$

Ebenso entsteht es unter Wasserentziehung durch Einwirkung von wasserfreier Phosphorsäure, concentrirter Schwefelsäure oder von Chlorzink auf Glycerin. Im gewöhnlichen Leben tritt es beim Braten der Fette und Oele in der Küche und bei verlöschenden Lichtern, in der Technik oft zur grossen Belästigung der Umgebung auf.

Im reinen Zustande ist es eine wasserhelle Flüssigkeit, deren Dampf die Augen zu Thränen reizt; sie schmeckt brennend scharf, ist leichter als Wasser und siedet bei +52°. Acrolein verbrennt mit heller Flamme; an der Luft verharzt es unter Bildung von Acrylsäure $C_3H_4O_2$, Ameisensäure und Essigsäure.

Einwirkung von Acrolein auf den thierischen Organismus. 1) In den kleinen Kasten, in welchem eine junge Katze sass, wurden die aus 15 Grm. Glycerin und saurem schwefelsaurem Kalium dargestellten Acroleindämpfe geleitet. Sogleich starkes Speicheln, Reiben über die Nase, Schliessen der Augen, Würgen, Kaubewegung, Thränen der Augen bei angestrengter Respiration; nach 5 M. Brechen und Urinentleerung, dann starkes Speicheln, Ausfluss von Schaum aus den Nasenlöchern, in den Nacken zurückgezogener Kopf bei verlangsamter Athmung. Nach 40 M. noch immer starkes Speicheln, dabei Thränen der sehr gerötheten Augen und grösste Dyspnoe; nach 1 Stunde derselbe Zustand mit 5 Inspir. binnen ¼ M. Bei der Herausnahme der Katze bleibt die Dyspnoe; Bewegungen langsam, sonst ruhiges Verhalten. Am folgenden Tage 8 Inspir. binnen ¼ M., hörbar und keuchend, mit Schleimrasseln verbunden; Trinken und Fressen scheinbar unmöglich. Am dritten Tage derselbe Zustand, starkes Schleimrasseln in der Nase; die Katze frisst und säuft fast Nichts, sucht nur kalte und nasse Stellen auf. Am vierten Tage wird sie Morgens todt gefunden.

Section nach 24 Stunden. Hyperämie der Hirnhäute und der Plex. venos. spin.; beide obern Lungenlappen dunkelbraun, beim Durchschneiden nicht knisternd, im Wasser untersinkend; auf den Durchschnitten treten einige Tropfen schwarzen Blutes und aus den Bronchialästchen eiterige Flüssigkeit aus; der rechte mittlere und untere Lungenlappen bläulich-roth; Parenchym blassroth, auf der Oberfläche Emphysembildung; der linke untere Lungenlappen zinnoberroth, beim Einschneiden knisternd, wobei ein paar dunkle Blutstropfen austreten. Die Schleimhaut der Trachea bis zum Larynx hin mit abgelöstem Epithelium bedeckt; die Schleimhaut stellenweise geschwollen und stark geröthet; auch der weiche Gaumen ist stark geröthet, aber ohne Exsudatbildung. In beiden Herzhälften etwas flüssiges, dunkelrothes Blut. Im Magen wenig geronnene Milch; Leber von normaler Farbe und nicht blutreich; Milz normal, Nieren dunkelroth. Urinblase mit hellgebem Urin gefüllt.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten; 15 Grm. Glycerin werden mit Acid. phosph. glacial. behandelt. Sobald die Dämpfe in den Kasten dringen, reibt es heftig über die Nase, hat starkes Speicheln, abwechselnd grosse Unruhe. Nach 12 M. bleibt es in der Bauchlage mit 4 kaum bemerkbaren Inspir. binnen ¼ M. Nach 30 M. Herausnahme; Augen, Nase und Maul geröthet, anhaltende Dyspnoe; am folgenden Tage eine Trübung auf der rechten Hornhaut, Röthung der Conjunctiva und

Eiterflöckchen in den innern Augenwinkeln; die Dyspnoe steigert sich. Am dritten Tage derselbe Zustand: 10 angestrengte Inspir. binnen ¼ M.: starkes Speicheln. Am vierten Tage dieselbe Dyspnoe, Temperatur im Ohre 28° C.; am sechsten Tage Husten mit Bräune-Ton; am siebenten Tage lebhaftes Fressen: der rauhe heisere Husten bleibt bis zum 13. Tage. Am 14. Tage frisst es wenig und bleibt ruhig sitzen; Temperatur 25° C. Am 15. Tage stirbt es gegen Abend unter progressiver Abnahme der Respiration.

Section nach 6 Stunden. Hirnhäute und Plex. venos. spin. nicht blutreich; die Halsgefässe strotzen von dickem, geronnenem, schwarzem und etwas flüssigem Blute. Lungen überall mittels eines frischen plastischen Exsudats mit der Pleura cost. verwachsen; beim Ablösen derselben zeigt sich eine dünne eiterige Flüssigkeit; der rechte untere Lungenlappen bläulich-roth, fest, im Wasser untersinkend, mit blassrothem, mürbem, mit den Fingern zerreibbarem Gewebe, auf dessen Schnittflächen Eitertröpfchen hervortreten; der mittlere rechte Lungenlappen leberfarbig, fest und im Wasser untersinkend; der linke untere Lungenlappen tief blauroth, mit der Pleura costal. fest verwachsen; das Gewebe von ödematöser Beschaffenheit, auf den Durchschnitten tritt ein weisser rahmartiger Schaum zu Tage; der linke obere Lungenlappen von normalem Gewebe und rosenrother Farbe. Die Schleimhaut der Trachea bis zum Larynx stark injicirt und von dunkler Röthe; plastisches Exsudat fehlt. Rechtes Herz mit schwarzem coagulirtem Blute vollständig angefüllt, das an den Wandungen anklebt; im linken Herzen weniger coagulirtes und etwas flüssiges Blut. In der Brusthöhle hatte sich rothbraunes Blut angesammelt, welches an der Luft dunkelkirschroth wurde und gerann. Leber von normaler Beschaffenheit; im Magen etwas unverdautes Futter; Milz dunkelblau; Nieren weich, nicht blutreich; in der Urinblase etwas blasser Urin. In den grössern Venen schwarzes geronnenes Blut.

Aus diesen Versuchen geht mit Bestimmtheit hervor, dass die Dämpfe von Acrolein eine Pleuro-Pneumonie zu erzeugen vermögen. Man wird zwar selten in der Industrie solchen Mengen dieser Dämpfe ausgesetzt sein, dass sich dieser erhebliche Entzündungsprocess ausbilden kann; immerhin fordert aber das Resultat der Untersuchung in sanitärer Beziehung zur Vorsicht auf, namentlich wenn in Stearinsäurefabriken solche Dämpfe beständig oder in grössern Mengen auftreten. Für die Adjacenten bilden sie noch durch den höchst unangenehmen Geruch eine Quelle grosser Belästigung.

D. Nitrogen-Substitutionsproducte des Propans.

Propylamin $CH_3{-}CH_2{-}CH_2(NH_2) = C_3H_7(NH_2)$ ist die ammoniakalische, dem Aethylamin in chemischer Beziehung vollständig entsprechende Verbindung; auch seine Dämpfe haben eine ähnliche Wirkung wie die von Aethylamin.[5])

Allylcyanid oder **Cyanallyl**, $C_3H_5{-}CN$, entspricht dem Cyanäthyl vollkommen; es kommt im käuflichen Senföl vor.

E. Sulfo-Substitutionsproducte des Propans.

Allylsenföl, das eigentliche **Senföl**, $C_3H_5{-}NCS$, gehört hierher und wird im Grossen aus den schwarzen Senfsamen dargestellt, welche man durch Pressen von ihrem Oel befreit und dann einige Tage stehen lässt, um einen Gährungsprocess einzuleiten. Durch Destillation mit Wasser gewinnt man dann das farblose, stechend riechende Oel, welches in Wasser unlöslich ist.

Allylsulfid, Knoblauchöl $C_6H_{10}S$, wird ebenfalls durch Destillation mit Wasser aus den Zwiebeln des Knoblauchs gewonnen; eine farblose, stark nach Knoblauch riechende Flüssigkeit.

C_4 Gruppe.

Butylverbindungen.

A. Kohlenwasserstoffe.

a) **Butylwasserstoff** $CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_3 = C_4H_{10}$ kommt unter den Gasen des Petroleums vor und wird künstlich durch Erhitzen von Jodäthyl mit Zink dargestellt: $2C_2H_5J + Zn = ZnJ_2 + C_4H_{10}$.

Ein farbloses, bei -23^0 flüssig werdendes und mit stark leuchtender Flamme brennendes Gas.[1])

Isobutylwasserstoff $CH_3\ \underset{CH_3}{CH}\ CH_3 = C_4H_{10}$ kommt nur als Kunstproduct vor und entsteht neben Butylen, wenn Butylalkohol mit Chlorzink erhitzt wird.

b) **Butylen** C_4H_8 kommt unter den flüchtigsten Bestandtheilen des Petroleums vor und bildet sich auch bei der Destillation der fetten Oele, Harze und namentlich bei der trocknen Destillation des Kautschuks. Dargestellt wird es durch Zersetzung des Isobutylalkohols durch Chlorzink.

Butylen ist ein höchst flüchtiger Körper, welcher, condensirt, schon unterhalb des Gefrierpunctes des Wassers siedet.

B. Halogenderivate des Butylwasserstoffs.

Butylchlorid $CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2Cl = C_4H_9Cl$ wird durch Einleiten von gasförmiger Salzsäure in Butylalkohol dargestellt; es siedet bei 78^0. Das Isobutylchlorid siedet bei 70^0.

Die Butyljodide werden wie die Chloride aus den vier verschiedenen Butylalkoholen erhalten.

C. Hydroxyl-Substitutionsproducte des Butylwasserstoffs.

Von den beiden Butylwasserstoffen leiten sich vier Butylalkohole ab, nämlich der normale und secundäre Butylalkohol (Siedepunct 99^0), der Isobutylalkohol und der tertiäre Butylalkohol (Siedepunct 82^0); der normale $CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2OH$ wird aus der Buttersäure erhalten (Siedepunct 116^0).

Isobutylalkohol $CH \begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_2OH \end{cases} = C_4H_9(OH)$ kommt als Product der alkoholischen Gährung vor, findet sich daher auch im Rohspiritus und ist ein Bestandtheil des Fuselöls, aus welchem er auch durch fractionirte Destillation gewonnen wird. Er verhält sich dem gewöhnlichen Alkohol sehr ähnlich, ist jedoch mit Wasser nicht mischbar und siedet bei 107^0; sein Geruch erinnert an den des Amylalkohols.

Einwirkung des Gährungsbutylalkohols auf den thierischen Organismus. 1) Ein grosses Kaninchen sass im grossen Glaskasten. Nach der Verdunstung von 120 Tropfen Butylalkohol beschleunigt sich nach 9 M. die Athmung bedeutend; nach 45 M. sind 300 Tropfen verdunstet, dann Reiben über die Nase, schwaches Zittern der Ohren; nach der Verdunstung von 500 Tropfen binnen 1 Stunde krampfhafte Bewegung im rechten Vorderfusse, wiederholtes Reiben über die Nase; es treten keine anderweitigen Erscheinungen ein. Nach der Verdunstung von 600 Tropfen (binnen 75 M.) Herausnahme des Thieres, welches ohne Schwanken fortläuft.

2) Ein mit Butylalkohol angefeuchteter Baumwollpfropfen wurde in den Grund eines Trichters gebracht und das Maul eines starken Kaninchens in die Trichtermündung gesteckt; 20 Min. lang dauerte die Inhalation, während welcher der Baumwollpropfen noch dreimal angefeuchtet wurde; nur eine unregelmässige Athmung und ein vermehrter Herzschlag traten ein, aber von Betäubung keine Spur.

Frösche können in einer schwachen Lösung dieses Alkohols (1 : 500) leben; nur der Herzschlag verlangsamt sich hierbei, auch die Motilität und Sensibilität nehmen etwas ab, die Erholung erfolgt aber rasch. Schneller und heftiger wirkt eine Lösung von 1 : 200 ein.[2])

Die geringe Flüchtigkeit des Butylalkohols ist die Ursache, weshalb er weniger als Weinalkohol betäubt. Beim Menschen entstehen zuerst Husten und später ein Kopfschmerz von kurzer Dauer.

Oxydationsproducte des Butylalkohols.

Butaldehyd C_4H_8O leitet sich vom normalen Butylalkohol, der **Isobutylaldehyd** C_4H_8O vom Isobutylalkohol her. Beide Aldehyde liefern bei weiterer Oxydation zwei isomere einbasische Säuren, die bei 157° siedende Buttersäure und die ihr sehr ähnliche, aber bei 154° siedende Isobuttersäure.

Buttersäure $CH_3-CH_2-CH_2-COOH = C_4H_8O_2$ kommt als Glycerinäther (Butyrin) in der Butter vor; auch liefern sie der Schweiss, der Muskelsaft, das Blut, der Leberthran, das Sauerkraut, überhaupt die eingemachten Gemüse und die Salzgurken in Folge der Milchsäuregährung. Als Verwesungs- und Fäulnissproduct vieler thierischen Substanzen tritt sie beim verdorbenen Korn, bei verwesenden Pflanzentheilen resp. Früchten und Zwiebeln auf. Guano-Lager exhaliren beständig Buttersäure. In den stinkenden Fussschweissen ist sie mit Baldriansäure gepaart; der stinkende Geruch des Menstrualblutes und der Lochien rührt häuptsächlich von Buttersäure her. Im Johanniskraut (Ceratonia Siliqua) entwickelt sie sich als buttersaures Salz so bedeutend, dass sie durch Destillation mit Schwefelsäure daraus gewonnen werden kann. *v. Gorup-Besanez* hat sie in den Tamarinden und in den Früchten des Seifenbaums (Sapindas saponaria) nachgewiesen. Im Tabakrauche, beim Brennen der Kaffeebohnen, bei der Theergewinnung, folglich bei der trocknen Destillation, findet sie sich ebenfalls.

Einwirkung der Buttersäure auf den thierischen Organismus. Ein Meerschweinchen sass im Zinkkasten, in welchen die durch Erhitzen der Buttersäure gebildeten Dämpfe eingeleitet wurden. Sofort grosse Unruhe, Reiben über die Nase, Urinlassen und Husten; mit der Condensation der Dämpfe lassen diese Erscheinungen nach, mit dem Einleiten derselben treten sie mit erneuter Heftigkeit auf und die Athmung wird unregelmässig. Die Hornhaut wird auf beiden Seiten weiss getrübt. Nach 15 M., nach Verbrauch von 12 Grm. Buttersäure, nimmt das Thier die Bauchlage mit gespreizten Beinen an und wird dann herausgenommen. Die Respiration bleibt beschleunigt und ist mit Schleimrasseln verbunden. An den drei folgenden Tagen vermag das Thier weder zu fressen noch zu saufen und verhält sich sehr ruhig; die rechte Hornhaut ist wieder klar, die linke aber noch trübe. Erst am vierten Tage ist es befähigt, Futter zu sich zu nehmen. Am fünften Tage Cornea ganz klar, die Respiration fast ganz frei von Schleimrasseln und die Fresslust gut. Die Restitution ist vollständig.

Wasserfreie Buttersäure wirkt stark irritirend ein; auf der Haut erzeugt sie rothe Flecke, auf denen sich später die Epidermis kleienartig abschuppt. Aehnlich sind die Erscheinungen auf den Schleimhäuten, indem sie hier ebenfalls Röthung, Schwellung und späterhin Abstossung des Epitheliums erzeugt. Die Reizung der Mundhöhle und des weichen Gaumens beim Meerschweinchen verursachte Unvermögen zum Schlucken; sie setzte sich in geringerm Grade auf die Bronchialschleimhaut fort. Die Trübung der Hornhaut beruhte zunächst auf Coagulation der Albuminate. Die Buttersäure besitzt den thierischen Gebilden gegenüber aber auch eine stark lösende Kraft, so dass sie sogar Fleischfasern, gehacktes rohes Fleisch, gekochtes Eiweiss u. s. w. in eine syrupartige, schlüpfrige Masse zu verwandeln vermag. Beim Meerschweinchen hatten die Dämpfe den obern Rand beider Ohrmuscheln corrodirt; in einer Breite von 10 Millimeter waren diese mit einem braunen Schorfe bedeckt, nach dessen Entfernung sich ein sichtbarer Substanzverlust ergab. Gelangt sie direct in's Blut, so wirkt sie wie jede Säure, indem sie die Alkalinität des Blutes und damit die Fähigkeit desselben, Kohlensäure zu binden, aufhebt; sie steht in dieser Beziehung fast auf gleicher Stufe mit der Essigsäure.

Otto Weber[3]) injicirte Kaninchen 5—10 Tropfen der Säure, in Wasser gelöst, in's Blut und beobachtete darnach heftige Krämpfe, beschleunigte Respiration, Mydriasis, rasche Abnahme der Temperatur und Tod,

Bei der Darstellung der Buttersäure im Grossen unterwirft man ein Gemenge von Rohrzucker oder Rübenzuckermelasse mit Kreide und faulendem Käse bei 30—35° der Gährung. Die zuerst gebildete Milchsäure verwandelt sich unter Wasserstoff- und Kohlensäure-Entwicklung in Buttersäure:

$$2C_3H_6O_3 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 2H_2.$$

Aus dem gebildeten buttersauren Calcium wird mittels einer starken Mineralsäure die Buttersäure abgeschieden und noch durch Destillation und Rectification gereinigt.

Es entsteht hierbei ein unausstehlicher, höchst widerlicher Geruch, der theils von der Buttersäure, theils aber auch von den vielen andern Fettsäuren und einigen, noch nicht näher gekannten, flüchtigen Substanzen herrührt.

Die gährenden Töpfe stehen in geheizten Stuben, welche die oben erwähnte Temperatur haben müssen: täglich wird ihr Inhalt zweimal umgerührt. Einrichtungen, um die übelriechenden Dämpfe und die feuergefährlichen Gase (Kohlenwasserstoffe u. s. w.) zu entfernen, sind absolut erforderlich, obgleich in den meisten Fabriken nicht daran gedacht wird. Zum allermindesten müssen diese Räume mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung gesetzt werden, um die Gase und Dämpfe abzuleiten.

Auch dürfen solche Anlagen niemals in Städten geduldet werden, weil die Nähe solcher Fabriken selbst bei zweckmässigen Vorkehrungen der nächsten Nachbarschaft grosse Belästigungen bereitet.

Die Buttersäure ist eine durchsichtige, farblose, wie Essig und alte Butter riechende Flüssigkeit, welche mit Wasser mischbar ist, bei 157° siedet und dann ohne Veränderung überdestillirt. Sie ätzt die Haut gleich der stärksten Essigsäure.

Verwendung findet die Buttersäure zur Darstellung von buttersaurem Calcium, das durchsichtige, schmelzbare, in Wasser leicht lösliche Nadeln darstellt. Am wichtigsten ist aber ihre Benutzung in den Fabriken für Parfümerien und Liqueure.

Buttersäure-Methyläther $C_4H_7(CH_3)O_2 = C_5H_{10}O_2$ hat einen höchst eigenthümlichen, angenehmen Aepfelgeruch und wird aus Buttersäure, Holzgeist und concentrirter Schwefelsäure dargestellt.

Buttersäure-Aethyläther $C_4H_7(C_2H_5)O_2 = C_6H_{12}O_2$ zeichnet sich durch einen angenehmen Geruch nach Ananas aus und wird in England im Grossen massenhaft dargestellt, indem man die Butter mit Kali verseift, die gebildete Seife in starkem Alkohol löst und mit concentrirter Schwefelsäure destillirt. Dieser käufliche Butteräther ist noch mit andern Aetherarten vermischt; als Ananasöl (Pine-apple oil) wird er zur Fabrication von künstlichem Rum oder zum Aromatisiren eines limonadenähnlichen Getränks (Pine-apple-ale) benutzt.

Dicarboxylsäure in der C_4Gruppe.

Bernsteinsäure $COOH^{-}CH_2^{-}CH_2^{-}COOH = C_4H_6O_4$ ist in industrieller Beziehung wichtig: sie kommt in vielen Pflanzen, im thierischen Organismus und ganz besonders im Bernstein vor. Unter den Producten der alkoholischen Gährung des Zuckers fehlt sie nie. Im Grossen wird sie durch Destillation des Bernsteins dargestellt.

Die Dämpfe dieser Säure reizen die Respirationswege sehr stark und erregen einen heftigen Husten; eine tiefere Einwirkung auf das Befinden der Thiere konnte nicht beobachtet werden. Arbeiter, welche in den Dämpfen beschäftigt sind, empfinden die reizende Wirkung allmählig weniger, obgleich solche mit reizbaren Brustorganen die mit diesen Dämpfen verbundene Arbeit aufgeben müssen; in einem concreten Falle trat ein starker Bluthusten ein.

Substitution der Wasserstoffe in den beiden CH_2 der gewöhnlichen Bernsteinsäure durch Hydroxyle.

Aepfelsäure $\begin{matrix} CH(OH)^{-}COOH \\ CH_2^{-}COOH \end{matrix} = C_4H_6O_5$ kommt bekanntlich in allen sauren Früchten vor und wird gewöhnlich aus dem Safte der Vogelbeeren dargestellt. Sie stellt eine feste, an der Luft zerfliessende, bei 83° schmelzende Masse dar und verhält sich zur Bernsteinsäure wie die Glycolsäure zur Essigsäure.

Weinsäure $\frac{CH(OH)-COOH}{CH(OH)-COOH} = C_4H_6O_6$, **Rechtsweinsäure**, kommt vorzugsweise in den Trauben vor und bildet sich bei der Oxydation des Milchzuckers.

Dargestellt wird sie aus dem rohen Weinstein, welcher sich an den Wänden der Weinfässer absetzt. Die Weinsäure ist leicht im Wasser, schwer in Alkohol löslich. Von ihren Salzen sind zu erwähnen:

Saures weinsaures Kalium, Weinstein, $C_4H_5KO_6$, ein in Wasser schwer lösliches Salz.

Neutrales weinsaures Kalium, $C_4H_4K_2O_6$, in Wasser leicht lösliche Krystalle.

Weinsaures Calcium $C_4H_4CaO_4$, besitzt die charakteristische Eigenschaft, in kaltem Wasser unlöslich, in kalter Kalilauge aber löslich zu sein; durch Kochen wird es aber wieder abgeschieden.

Die Traubensäure ist nur eine Modification der Weinsäure.

Andere sauerstoffhaltige Verbindungen der C_4 Gruppe.

Crotonaldehyd C_4H_6O bildet sich aus dem gewöhnlichen Aldehyd (C_2H_4O) durch Condensation desselben und stellt eine stechend riechende, bei 105° siedende Flüssigkeit dar. Durch Oxydation von Crotonaldehyd stellt man die **Crotonsäure** $C_4H_6O_2$ dar, eine bei 184° siedende Flüssigkeit.

Diese Verbindungen stehen zu den entsprechenden Butylverbindungen in derselben Beziehung wie die Allylverbindungen zu den Propylkörpern.

Crotonchloral $C_4H_3Cl_3O$ ist dem Chloral analog zusammengesetzt und ist zuerst von *Krämer* und *Pinner* durch Einleiten von Chlor in Aldehyd als ölige Flüssigkeit dargestellt worden, die mit Wasser ein Hydrat bildet. Dieses unterscheidet sich vom Chloralhydrat durch seine geringe Löslichkeit in Wasser und seine Krystallisation in kleinern glänzenden Tafeln.

Eine Gabe von 4 Grm. in wässriger Lösung führt binnen 15—20 Minuten tiefen Schlaf herbei, welcher mit Anästhesie des Kopfes verbunden ist. Einen nachtheiligen Einfluss auf das Herz soll es nicht ausüben: während der Augapfel seine Irritabilität verloren hat, der N. Trigeminus nicht mehr auf Reize reagirt, verändert sich der Tonus der Muskeln gar nicht. Man hat das Mittel daher vorzugsweise bei Gesichtsneuralgie empfohlen.[4])

C_5 Gruppe.

Amylverbindungen.

A. Kohlenwasserstoffe.

Es giebt drei verschiedene Amylwasserstoffe, von denen zwei im Petroleumäther vorkommen.

Der **normale Amylwasserstoff**, $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 = C_5H_{12}$, wird durch Erhitzen von Jodamyl mit Zink und Wasser dargestellt. Er ist eine farblose, sehr bewegliche, bei +33° siedende Flüssigkeit, welche in Wasser unlöslich ist und deren Dampf mit weisser leuchtender Flamme brennt.

Richardson[1]) liess das Gas 20—25 Secunden lang einathmen und sah danach eine kurze Bewusstlosigkeit eintreten, welche für Zahnoperationen ausreichte. Wegen der Unlöslichkeit des Mittels tritt die Anästhesie nicht rasch ein; erst wenn die Respirationswege vollständig mit dem Gase angefüllt sind, macht sich die Wirkung geltend.

Amylen C_5H_{10} bildet sich bei der Destillation des Amylalkohols mit Chlorzink. Es ist ein klares, eigenthümlich riechendes Oel von kühlendem, adstringirendem Geschmack; in Wasser ist es kaum, in Alkohol und Aether leicht löslich und brennt mit schwach leuchtender Flamme. Sein Siedepunct liegt bei 35°.

Einwirkung von Amylen auf den thierischen Organismus. 1) Ein kleines Kaninchen sitzt im Zinkkasten, in dem 30 Grm. Amylen verdunsten. Bald Zucken in den Vorderbeinen, das sich nach 2 M. wiederholt; dann Reiben über die Nase; nach 10 M. Zusatz von 30 Grm. Amylen; schwacher Taumel und nach 16 M. Hinfallen mit

zitternden Lippen. Nach 30 M. Herausnahme des Thieres, das sich sofort bemüht aufzustehen, aber erst nach 10 M. Gehversuche macht.

2) Ein kleines Kaninchen sitzt in der Glasglocke: 190 Tropfen Amylen verdunsten: nach 12 M. Schwanken und Hinfallen. Nach 16 M. Herausnahme des Thieres in Anästhesie: nach 15 Secunden erhebt es aber schon den Kopf und stösst einen heisern Schrei aus: bei Gehversuchen schwankt es und stürzt auf den Kopf. Nach 10 M. bleibt es ruhig sitzen und erholt sich allmählig.

3) Ein Baumwollpfropfen im Grunde eines Trichters wurde mit 40 Tropfen Amylen befeuchtet und darauf der Kopf eines Kaninchens in den Trichter gesteckt. Nach 30 Sec. convulsivische Zuckungen der Extremitäten und nach $1\frac{1}{2}$ M. vollständige Erschlaffung derselben, während die Athmung rasch und angestrengt ist. Nach 2 M. auf die Erde gelegt, bleibt es nur einen Augenblick in der Seitenlage und läuft bald davon.

4) Bei der Wiederholung dieses Versuches, der 5 M. dauerte, ist das Kaninchen vollständig anästhetisch; nach 2 M. läuft es wieder.

Aehnliche Resultate erzielten *Spiegelberg* und *Lohmeyer*[2]) bei ihren Versuchen an Kaninchen: sie fanden ebenfalls die Respiration beschleunigt, laut hörbar, den Puls frequent, wobei die Thiere heisere Schreie ausstiessen: die anfangs leichten Zuckungen gingen bisweilen in allgemeine Convulsionen über: letztere verschwanden beim Eintritt der Muskelrelaxation. Nach dem Aufhören der Inhalation schwand auch die Anästhesie: schon nach $\frac{1}{2}$ M. fingen die Thiere an, sich zu regen und konnten sich nach einer weitern $\frac{1}{2}$ M. wieder auf den Beinen halten. An der freien Luft erlangten sie ihre Kräfte schneller.

Auch die Beobachtungen bei Menschen stimmen darin überein, dass sich Amylen nur für eine kurze Anästhesie eignet; die Restitution ist weit schneller und vollständiger als beim Chloroform. Snow[3]) entdeckte die anästhesirende Wirkung von Amylen und zieht es namentlich auch wegen seiner geringen reizenden Einwirkung auf die Respirationsorgane dem Chloroform und Aether vor. Puls und Athem beschleunigen sich anfangs bei geröthetem Gesichte, während die Pupille unverändert bleibt und sich nur bei stärkerer Einwirkung erweitert. Die Erholung tritt so rasch ein, weil Amylen sehr flüchtig ist, auch von Wasser und Blut sehr wenig absorbirt wird. Tourdes[4]) sah nach einer 6—8 Minuten andauernden Anästhesie das Bewusstsein schon nach 2—3 Minuten zurückkehren.

Bei ein paar Todesfällen hat man hauptsächlich „Lungenemphysem" und im Herzen einige Unzen dunkles flüssiges Blut nebst einer blutreichen Leber, ein andermal gar nichts Auffallendes beobachtet.

B. Halogen-Substitutionsproducte.

Amylchlorid. Chloramyl $C_5H_{11}Cl$, wird durch Einwirkung der gasförmigen Salzsäure auf Amylalkohol dargestellt. Eine farblose Flüssigkeit von ziemlich angenehmem Geruche, welche in Wasser unlöslich ist und bei 102° siedet.

Es findet bei der Darstellung der rothen Farben aus dem Anilin Verwendung.

Einwirkung von Chloramyl auf den thierischen Organismus. Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt in der Glasglocke, in welche die Dämpfe von 40 Tropfen Chloramyl eingeleitet werden. Sogleich Unruhe, Augenblinzeln, Thränen der Augen, Reiben über die Nase. Nach 3 M. ist nach erneuter Verdampfung von 20 Tropfen die ganze Glocke mit Dampf angefüllt: das Thier fällt allmählig in die Seitenlage und wird nach 11 M. herausgenommen: es schreit heftig auf, die Pupille ist erweitert und das Auge empfindlich, nur die Hinterbeine sind schlaff und unempfindlich. Nach 4 M. langsame Gehversuche ohne Schwanken; Nachkrankheiten entstehen nicht.

Wegen seiner geringen Flüchtigkeit eignet sich das Mittel schon von vornherein weniger zu Inhalationen. Snow versuchte dasselbe an sich selbst und empfand nach der Inhalation von einer Drachme binnen 10 Minuten eine langsam schwindende Betäubung und ein rauschähnliches Gefühl ohne alle nachtheiligen Folgen; eine Menge, welche jedoch nach den Versuchen an Kaninchen hier keine vollständige Narkose zu erzeugen vermag.[5])

Jodamyl $C_5H_{11}J$ entsteht bei der gleichzeitigen Einwirkung von Jod und Phosphor auf Amylalkohol. Eine farblose Flüssigkeit, welche schwerer als Wasser, in demselben ganz unlöslich, aber in absolutem Alkohol und Aether löslich ist. Ihr Geruch ist schwach ätherartig, ihr Geschmack brennend und ihr Siedepunct liegt bei 146°.

Sie wird in der Farbentechnik benutzt.

Einwirkung von Jodamyl auf den thierischen Organismus. 1) In der Glasglocke sass ein mittelgrosses Kaninchen. 60 Tropfen Jodamyl wurden in einem Kölbchen im Sandbade erwärmt und die weisslichen Dämpfe eingeblasen. Das Präparat war nicht ganz rein, da sein Siedepunct nur bei +120° lag; wahrscheinlich enthielt es noch freie Jodwasserstoffsäure. Sogleich beschleunigt sich die Respiration, krampfhaftes Aufsperren des Mauls und jämmerliches Schreien; abwechselnd erhebt sich das Thier und sinkt wieder zu Boden, schreit häufig auf und athmet sehr beschwerlich; nach 9 M. krampfhaftes Zucken, welches in sehr starkes Zittern übergeht, worauf sich das Rückgrat tetanisch beugt und der Athem stockt. Nach der sofortigen Herausnahme erfolgen nur noch ein paar krampfhafte Inspir.; die Pupille ist sehr verengt, die linke Cornea schwach getrübt und die Gliederstarre sofort stark.

Section nach 20 Stunden. Die Hirnhäute sind sehr stark injicirt; zwischen den Wirbeln und der Dura mater ein ganz oberflächliches Blutextravasat Lungen zurückgezogen, von dunkelbrauner Farbe mit schwärzlicher Marmorirung; aus den Durchschnitten des linken obern Lungenlappens tritt wenig Blut aus; das Parenchym ist schwärzlich-braun; bloss am Rande der Lungenlappen eine hellrothe Marmorirung mit Emphysembildung; die Lungenschleimhaut bis zur Trachea rothbraun injicirt. Unter der Pleura der 6 untern Rippen linkerseits ein 4 Millim. dickes Blutextravasat von 3 Dcm. Durchmesser. Herz etwas schlaff, enthält rechts wenig flüssiges und links etwas schwarzes geronnenes Blut. Sonst ist das Blut vorherrschend flüssig, hat eine dunkelkirschrothe Farbe und wird an der Luft kaum heller.

2) Ganz reines Jodamyl wird zu 12 Tropfen auf einen Baumwollpfropfen geträufelt und in eine weite Röhre, welche den Kopf einer Taube aufnimmt, gesteckt. Der Schnabel wird sogleich nass; beschleunigte Respiration und Würgen. Nach 7 M. Zusatz von 10 Tropfen; heftige Dyspnoe, nach 15 M. vollständige Anästhesie der Taube, die sich ohne alle Reaction hin- und herrollen lässt; Herzschlag beschleunigt; nach 1 M. starkes Zittern, Husten mit rauhem Ton; nach 2 M. richtet sie sich unter Schwanken auf; nach 3 M. geht sie schwankend wie betrunken einher, die Athmung wird eher normal als der Herzschlag. Restitution nach 1 Stunde.

Das vom Organismus aufgenommene Jodamyl wird sich jedenfalls langsamer als Jodäthyl zersetzen; alles Jod wird aber auch hier schliesslich als Jodnatrium im Harn und Schweiss ausgeschieden.

Obgleich Jodamyl eine vollständige Anästhesie zu erzeugen vermag, so erscheint es doch unpassend für diesen Zweck, da es die Respirationsschleimhaut ganz bedeutend reizt. Beim ersten Versuche betheiligte sich wohl ohne Zweifel die vorhandene Jodwasserstoffsäure an dem letalen Ausgange. Die eigenthümliche Wirkung der ganzen Amylreihe, Zittern und Betäubung, gab sich namentlich beim zweiten Versuche kund.[6])

C. Hydroxyl-Substitutionsproducte.

Der gewöhnliche **Amylalkohol** oder Gährungsamylalkohol $C_5H_{12}O$, ein Hauptbestandtheil des Fuselöls, ist ein Product der Alkoholgährung, wenn dem Zucker noch Stärkemehl beigemengt war. Auch soll er sich beim Nachreifen der Früchte bilden.

Dargestellt wird er durch fractionirte Destillation des Nachlaufs bei den Branntweinbrennereien, eines Gemenges von Aethyl-, Propyl-, Butyl- und Amylalkohol; derjenige Antheil, welcher einen Siedepunct zwischen 130—133° hat, stellt den reinen Amylalkohol dar.

Eine farblose Flüssigkeit von brennendem Geschmacke und widerlichem, zum Husten reizenden Geruche, die sich schwer entzünden lässt und dann mit bläulicher Flamme brennt. Bei —20° erstarrt Amylalkohol zu krystallinischen Schuppen, weshalb man in Russland den Branntwein einem hohen Kältegrad aussetzt, um ihn fuselfrei zu machen. An der Luft verwandelt er sich in Baldriansäure.

Einwirkung der Dämpfe des Amylalkohols auf den thierischen Organismus. 1) Ein junges Kätzchen sass im Zinkkasten, in welchem 15 Grm. Amylalkohol in heissem Sande zur Verdunstung kamen; sogleich grosse Unruhe und starkes Speicheln,

dann Schütteln des Kopfes, beständiges Kratzen am linken Ohre, Reiben über die Nase. Nach 10 M. Schwanken, Schreien, grosse Unruhe, dann Niedersenken des Kopfes und Zusammenfahren, sobald der Kopf den Boden berührt. Nach 55 M. sind 30 Grm. Alkohol verdunstet; die Erscheinungen bleiben dieselben, nur ist die Athmung beschwerlich. Nach 1 Stunde wälzt sich die Katze auf dem Boden, dann bleibt sie liegen mit Zittern der rechten Vorderpfote. Nach 2½ Stunden ist keine vollständige Narkose eingetreten. Bei der Herausnahme verhält sich das Thier ruhig; es schreit viel, zittert mit dem linken Vorderbeine und reibt oft über das linke Ohr; beim Gehen schwankt es, nimmt keine Nahrung zu sich, da namentlich das Trinken erschwert zu sein scheint. Erst nach 4 Tagen schwinden alle Erscheinungen.

2) Ein mit 40 Tropfen Amylalkohol durchfeuchteter Baumwollpfropfen wird in einen Trichter gesteckt und das Maul eines Kaninchens in die Mündung desselben geschoben. Herzklopfen, unregelmässige Athmung, Erschlaffung des Glieder nach 17 M.; vollständige Anästhesie nach 22 M. Nach 4 M. nimmt es die Bauchlage an, erhebt sich und läuft davon. Die Respiration regelt sich allmählig, während der Herzschlag noch bis zum andern Tage frequent bleibt.

Aehnliche Erscheinungen beobachtete *Cros*[7]) bei Tauben und Kaninchen und hebt unter denselben die stertoröse Respiration hervor.

Nach *Rabuteau*[8]) anästhesirt eine Lösung von 1 Grm. in 500 Grm. Wasser Frösche in 20 Minuten. Während die Herzschläge sich verlangsamten, wurde die Haut dunkel; nach zweistündigem Aufenthalte in der Flüssigkeit erfolgte der Tod unter progressiver Abnahme der Herzschläge.

Cros beobachtete an sich selbst nach dem Einathmen der Dämpfe eine unangenehme, mit Ekel verbundene Empfindung, vermehrte Schlingbewegungen mit Prickeln und Stechen in den Augen und der Nasenhöhle, namentlich aber einen tief sitzenden Kopfschmerz in der Stirngegend nebst empfindlicher Schwere des Kopfes.

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass die Dämpfe von Amylalkohol bei jedem Menschen heftige Kopfschmerzen hervorrufen, zu denen sich leicht Erbrechen gesellt; der Kopfschmerz ist spannend, klopfend und nie einseitig, sondern nimmt den ganzen Vorderkopf ein. Nach der Inhalation wird der Harn stets reich an Baldriansäure.

Die Anästhesie, welche dadurch bei Thieren hervorgerufen wird, ist von kurzer Dauer; charakteristisch ist dabei die zitternde Bewegung der Vorderbeine. Zittern der Hände beobachtet man bekanntlich häufig bei Menschen, welche dem Genusse fuselhaltiger Getränke ergeben sind.

Man nimmt nicht mit Unrecht an, dass der Gehalt des Branntweins an Amylalkohol eine Hauptursache des Delirium tremens bei Branntweinsäufern ist. Beim Versuche in einer grossen Spritfabrik, den Amylalkohol als Beleuchtungsmaterial zu benutzen, wurden die Arbeiter durch das sehr reichliche Auftreten der Dämpfe dieses Körpers vielfach von einem dem Delirium tremens verwandten Krankheitszustande befallen, so dass dieser Versuch ganz eingestellt werden musste.

Ein Wirth von reizbarer Constitution verfällt jedesmal in ein Delirium acutum, welches die grösste Aehnlichkeit mit Delirium tremens hat, wenn er sich mit dem Abzapfen von Branntwein im Keller beschäftigt hat: dasselbe hält gewöhnlich einen Tag lang an und ist mit einer lustigen Geschwätzigkeit verbunden, ganz im Gegensatz zu der gewöhnlichen schweigsamen Natur. Das Zittern der Glieder ist weniger scharf ausgeprägt, auch beziehen sich die Delirien nicht ausschliesslich auf Thiergestalten, sondern charakterisiren sich durch eine grosse Ideenflucht. Ausserdem ist jedesmal ein starker Schweiss am Kopfe vorhanden. Einige Gaben Opium stellten ihn rasch wieder her, sobald der Schlaf eintrat; er erwachte dann immer wie aus einem langen Traume.

Auf die Dauer muss jeder Branntwein, welcher Amylalkohol enthält, die schädlichsten Wirkungen äussern; Versuche haben ergeben, dass ein Glas Wein, welches 20—30 Ctgrm. Amylalkohol enthält, schon die Wirkungen desselben erzeugt.

Amylalkohol-Industrie.

Die Darstellung des Amylalkohols fällt grösstentheils mit der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln zusammen. Die Ansicht, dass die Schalen der Kartoffeln die einzige Quelle des Amylalkohols während der Gährung seien, hat sich insofern nicht bestätigt, als auch geschälte Kartoffeln während der Gährung Fuselöl bilden. So viel steht fest, dass eine neutrale oder möglichst neutrale Gährung die Bildung des Fuselöls begünstigt.

Da der Siedepunct des Amylalkohols bei weitem höher als der des Weinalkohols ist, so wird sich das meiste Fuselöl im sogenannten Nachlaufe befinden. Diese Flüssigkeit ist meist durch die Gegenwart von grossen Mengen Fuselöl milchig getrübt und scheidet sich beim ruhigen Stehen in eine wässrige schwere und leichte ölartige Schicht ab.

In den grossen Branntweinbrennereien wird der Nachlauf in Fässern gesammelt und das Fuselöl durch Zusatz von Kochsalz aus dieser Flüssigkeit abgeschieden; so abgeschieden, bildet es gewöhnlich eine hellgelblich gefärbte, ölartige Flüssigkeit von durchdringendem Fuselgeruch. Zur Abscheidung des in ihm enthaltenen Weinalkohols wird es nochmals mit Wasser gewaschen und dann der Destillation unterworfen. Es geht zuerst Alkohol über, dann Wasser mit Alkohol, Butyl- und Propylalkohol; zwischen 130° und 133° C. erhält man, wenn ein constanter Siedepunct eingetreten ist, wasserfreies Fuselöl, Amylalkohol.

Ausser dem Nachlaufe liefert das zur Entfuselung des Branntweins benutzte Schwarzmehl durch Behandeln mit Wasserdämpfen ebenfalls nicht unerhebliche Mengen von Fuselöl. Als reines Fuselöl wird es wenig in den Handel gebracht, sondern fast stets mit Säuren verbunden, in Form der sogenannten Fuseläther oder Amyläther, zu deren Fabrication Amylalkohol in grossen Massen verwendet wird, da sich der Consum der Fruchtäther in Conditoreien, Parfümerien, Liqueurfabriken u. s. w. mit jedem Tage steigert.*)

Die Benutzung des Amylalkohols als Beleuchtungsmaterial hat sich, wie schon erwähnt worden, als unzulässig herausgestellt. Schon die Beschäftigung mit Amylalkohol wirkt auf die Arbeiter nachtheilig ein; viele von ihnen bekommen den charakteristischen, den Vorderkopf einnehmenden Schmerz, der sich mit einem Gefühl von Betäubung verbindet. Es sind alle Vorsichtsmassregeln zu treffen, um die Ausbreitung der Dämpfe im Fabriklocale zu verhüten.

Verwendung findet der Amylalkohol, ausser zur Darstellung verschiedener Aetherarten für Liqueur- und Parfümeriefabriken, zur Erzeugung der Brom-, Jod- und Chlorverbindungen für die Anilinfarbenfabriken, als Extractionsmittel für giftige Alkaloide, sowie zur Fabrication der Baldriansäure u. s. w.

Amyläther, Fuseläther $(C_5H_{11})_2O$, wird durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Amylalkohol dargestellt.

Eine farblose, angenehm riechende und bei 176° siedende Flüssigkeit. Als anästhesirendes Mittel ist dieser Aether ganz ungeeignet, namentlich schon wegen der Nachwehen, die in heftigen Kopfschmerzen und belästigenden Exhalationen von Baldriansäure bestehen; selbst der Harn bekommt einen Geruch wie Katzenurin.

Zusammengesetzte Aether des Amylalkohols.

Buttersäure-Amyläther, Ananasäther, $C_4H_7(C_5H_{11})O_2 = C_9H_{18}O_2$, kommt in den Bestandtheilen der Ananas und Quitte vor und wird künstlich durch Destillation von Amylalkohol und Schwefelsäure mit einem buttersauren Salze dargestellt; eine klare, ölartige, bei 176° siedende Flüssigkeit.

Baldriansäure-Amyläther, Aepfelöl, $C_5H_9(C_5H_{11})O_2 = C_{10}H_{20}O_2$, wird durch Destillation von Amylalkohol und Schwefelsäure mit einem baldriansauren Salze gewonnen; eine klare, ölartige, nach Aepfeln riechende Flüssigkeit, welche bei 196° siedet.

---

*) Eine rumähnliche Flüssigkeit erhält man auch dadurch, dass man gequellten und sauer gewordenen Weizen, der also Buttersäure, Baldriansäure u. s. w. enthält, quetscht und zu starkem Branntwein gibt, welcher mit Schwefelsäure angesäuert der Destillation unterworfen wird.

Ameisensäure-Amyläther, $CH(C_5H_{11})O_2 = C_6H_{12}O_2$, wird durch Destillation von Amylalkohol und Schwefelsäure mit einem ameisensauren Salze erhalten. Eine klare, angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 116° siedet.

Essigsäure-Amyläther, **Birnöl**, $C_2H_3(C_5H_{11})O_2 = C_7H_{14}O_2$, wird in analoger Weise mit Benutzung eines essigsauren Salzes gewonnen. Eine farblose, ätherisch riechende und bei 133,3° siedende Flüssigkeit.

Alle diese Amyläther finden als Fruchtäther eine ausgedehnte Verwendung.

Oxalsäure-Amyläther, $C_2O_4(C_5H_{11})_2$, kommt in verschiedenen Pflanzen, besonders aber in den Bett- und Schildwanzen vor. Da sich letztere gern auf Himbeeren und Erdbeeren aufhalten, so erhalten diese Früchte dadurch bisweilen einen recht unangenehmen Geschmack. Dieser Aether wird durch Destillation von Oxalsäure mit Fuselöl dargestellt und ist eine klare, nach Wanzen riechende, bei 262° siedende Flüssigkeit.

Salpetersäure-Amyläther, $C_5N_{11}NO_3$, wird durch Destillation von Fuselöl mit Salpetersäure bei Gegenwart von Harnstoff als eine helle, ölartige, eigenthümlich riechende und bei 148° siedende Flüssigkeit gewonnen.

Salpetrigsäure-Amyläther, **Amylnitrit**, $C_5H_{11}NO_2$, wird durch gelindes Erwärmen des Fuselöls mit Salpetersäure dargestellt. Eine wasserhelle, ölartige, nach Aepfeln riechende Flüssigkeit, welche in Wasser wenig, in Alkohol und Aether sehr gut löslich ist und bei 99° siedet.

Die **Wirkung der Inhalation von Dämpfen der verschiedenen Amylätherarten** auf den thierischen Organismus stimmt im Allgemeinen mit der der entsprechenden Methyl- und Aethylätherarten überein. Bei den Amyläthern tritt aber stets die Wirkung des Radicals in den Vordergrund; Kopfschmerzen und Zittern der Glieder bleiben daher fast nie aus. Auch wird die Herzaction leichter erregt und starke Congestionen zum Gehirn geben sich gewöhnlich durch Röthung des Gesichts kund. Bei Thieren wird die Respiration beschwerlich, stertorös und der Tod erfolgt unter den Erscheinungen der Asphyxie, wenn die Dämpfe sehr intensiv und anhaltend einwirken.

Eine ganz besondere Stellung nimmt der Salpetrigsäure-Amyläther, das Amylnitrit, ein, welches in der neuern Zeit in physiologischer und therapeutischer Beziehung vielfachen Untersuchungen unterworfen worden ist.[9])

Oxydationsproducte des Amylalkohols.

1) **Amylaldehyd**, **Valeral**, $C_5H_{10}O$, bildet sich durch Einwirkung oxydirender Agentien auf Amylalkohol. Eine wasserhelle Flüssigkeit, welche bei 92° siedet, unlöslich in Wasser ist, einen durchdringenden Geruch hat und mit leuchtender, bläulich umsäumter Flamme brennt; durch Oxydation geht sie in Baldriansäure über.

Einwirkung von Valeral auf den thierischen Organismus. Eine kleine Katze sitzt im Zinkkasten, in welchem 2 Drachmen der Flüssigkeit zur Verdampfung kommen. Sogleich starkes Speicheln, Reiben über die Nase, grosse Unruhe und Würgen; sie taumelt, fällt hin, richtet sich wieder auf und wälzt sich nach 3 M. auf dem Boden; dann beschwerliche und unregelmässige Athmung; nach 15 M. krampfhaftes Strecken, dumpfes Schreien und vollständige Anästhesie. Das Thier lässt sich im Kasten ohne alle Reaction hin und her rollen und wird nach 20 M. herausgenommen; kaum hörbarer Herzschlag; 9 M. hernach schwaches Schreien; dann tritt das Athmen kräftiger ein, zuerst wird das Auge empfindlich, das rechte Vorderbein zittert. Nach 18 M. unter Schreien schwankendes Einhergehen; nach 2 Stunden fällt sie beim Gehen noch oft hin; sonst verhält sie sich ruhig wie schlafend. Erst nach 3 Stunden lässt die Betäubung nach; den ganzen folgenden Tag tritt oft ein leises Zittern ein.

Obgleich Valeral ein kräftiges Anaestheticum ist, so eignet es sich doch wegen seines unangenehmen Geruches und der vielen Beschwerden, welche nach dem Inhaliren zurückbleiben, nicht zur Narkotisirung. Wenn die zum Versuche benutzte Katze noch stundenlang nachher wie betrunken erschien, so werden jedenfalls auch bei Menschen Schwindel, Betäubung und starke Kopfschmerzen zurückbleiben; auch fehlt hier die dem Radical Amyl zukommende Wirkung, das Zittern, nicht.

2) **Baldriansäure, Valeriansäure,** $C_5H_{10}O_2$, ist im Pflanzenreich ziemlich verbreitet und kommt ausser in der Baldrian- und Angalicawurzel auch in der Asa foetida, im Splint von Sambucus niger und in den Blättern von Digitalis purpurea vor. Sie bildet sich bei der trocknen Destillation bituminöser Fossilien, beim Fäulniss- und Veswesungsprocess und findet sich daher namentlich beim Flachsrösten, bei der Weizenstärkefabrication, im Guano und in den Fäcalmassen. In Abtrittsgruben und Guanolagern entsteht vorzugsweise das baldriansaure Ammonium.

Sie ist eine farblose, ölartige Flüssigkeit von unangenehmem Geruch und stechendem Geschmack: bei 175° siedet sie unverändert über. Bekannt ist, dass viele Thiere, namentlich die Katzen und Füchse, dem Geruch nach Baldriansäure nachgehen; aber auch Flöhe lieben namentlich den Geruch einer Mischung von Butter- und Baldriansäure. [10])

Baldriansäure-Aethyläther $C_5H_9(C_2H_5)O_2 = C_7H_{14}O_2$ wird durch Destillation eines baldriansauren Salzes mit Alkohol und Schwefelsäure dargestellt. Eine farblose, ölartige Flüssigkeit von durchdringendem Obst- und Baldriangeruch, unlöslich in Wasser, löslich in Aether und Alkohol. Sie findet in Parfümeriefabriken Verwendung.

Darstellung der Baldriansäure aus dem Amylalkohol im Grossen. Wie der Weinalkohol bei der Oxydation Essigsäure gibt, so liefert der Amylalkohol Baldriansäure. Bei der Schnellessigfabrication wurde schon erwähnt, dass der Gehalt an Amylalkohol, welcher dem Kartoffelsprit zukommt, bei diesem Processe in Baldriansäure übergeführt wird, so dass sich im Entstehungsmomente dieser Säure Baldriansäure-Aethyläther bildet, welcher dem Essig einen angenehmen Geruch und Geschmack ertheilt.

Um grosse Mengen von Baldriansäure darzustellen, verfährt man entweder in der Weise, dass man direct Oxydationsmittel zuführt, z. B. eine Mischung von Kaliumchromat und Schwefelsäure, oder von Manganhyperoxyd und Schwefelsäure, wodurch dann zuerst Baldriansäure-Amyläther gebildet wird.

Diese Verbindung wird durch Behandeln mit Aetzalkalien zersetzt, während man das ausgeschiedene Fuselöl wieder zu einer neuen Oxydation benutzt.

Die gewonnenen baldriansauren Alkalien werden dann mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt und destillirt, wodurch die Baldriansäure als eine farblose Flüssigkeit gewonnen wird.

Die directe Oxydation mit Chromsäure oder den Gemischen von Mangansuperoxyd ist jedoch mehr oder weniger kostspielig, weshalb man häufig die Oxydation des Amylalkohols durch den atmosphärischen Sauerstoff vorzieht. Es geschieht dies in ganz ähnlichen Apparaten wie bei der Schnellessigfabrication, nur mit dem Unterschiede, dass man stets Holzkohle oder Koks statt der Hobelspäne anwendet, während das Maischgut nicht bloss aus Alkohol und Wasser, sondern aus Alkohol, Fuselöl und Wasser besteht.

Wenn die Maische den Ständer passirt, so tritt gleichzeitig mit der Essigsäurebildung auch die Baldriansäurebildung ein. Nachdem die Flüssigkeit 3—4mal den Ständer passirt hat, wobei die Temperatur der Ständer nicht unter +30° C. sinken darf, enthält die ablaufende Flüssigkeit fast nichts als Essigsäure, Baldriansäure, Fuselöl und Wasser.

Auch hier sind, wie bei der Schnellessigfabrication, die warmen abziehenden Gase und Dämpfe, welche mit Fuselöl geschwängert sind, in der Art und Weise abzuleiten, dass sie für die Umgebung nicht mehr schädlich einwirken können. Auch bei den Arbeitern verursachen sie häufig Kopfschmerzen und Erbrechen, weshalb die Pfeifen unter allen Umständen in eine gemeinschaftliche Röhre münden müssen, damit die Gase und Dämpfe durch eine glühende Kohlenschicht dem Kamine zugeführt werden können.

Die eben erwähnte saure Flüssigkeit gibt man in grosse Fässer zur Abscheidung des Fuselöls, zapft die klare saure Flüssigkeit ab und bringt sie in den Neutralisationsbottich, wo sie mit kohlensaurem Natrium oder Calcium neutralisirt wird.

Hat man Natriumcarbonat angewendet, so werden die Natriumsalze bis zur Krystallisation abgeraucht und das essigsaure Salz durch Krystallisation gewonnen. Das bei weitem löslichere baldriansaure Natrium bleibt in der Mutterlauge; letztere wird mit einer äquivalenten Menge verdünnter Schwefelsäure versetzt und der Destillation unterworfen, wobei im Destillate reine Baldriansäure erhalten wird.

Hat man mit Kalk neutralisirt, so werden die Laugen ebenfalls durch Abdampfen concentrirt, dann mit Natriumcarbonat zersetzt und die Natriumsalze durch Krystallisation getrennt, um die Baldriansäure wieder aus der Mutterlauge zu gewinnen.

Eine andere Methode, Essigsäure von der Baldriansäure zu trennen, beruht darauf, dass das Zinksalz der Essigsäure in der Wärme löslicher als in der Kälte ist und das baldriansaure Salz die entgegengesetzte Eigenschaft zeigt. Zu dem Ende wird die saure Flüssigkeit des Ständers mit Zinkspänen zusammengebracht, welche sich dann unter Wasserstoffentwicklung lösen. Ausserdem bilden sich aber hier, wenn die Zinkspäne arsenhaltig sind, arsenwasserstoffhaltige Kohlenwasserstoffe, auf deren Ableitung und Verbrennung man dann sorgfältig zu achten hat; aber auch die Verbrennungsproducte sind hier durch geeignete absorbirende Mittel (Kali, Natron, Kalk) unschädlich zu machen.

Nach der Sättigung bringt man die Flüssigkeit in kupfernen oder verzinnten Kesseln zum Sieden, wobei sich dann fortwährend baldriansaures Zink abscheidet, welches man mit Schaumlöffeln aus der Flüssigkeit entfernt und auf eine Abtropfbühne wirft.

Wenn sich zuletzt kein baldriansaures Zink mehr ausscheidet, so wird die Lösung von essigsaurem Zink in die Krystallisationsgefässe abgelassen. Man kann dasselbe nun entweder als solches gewinnen und in den Handel bringen oder aber das Zinksalz wird während des Kochens im Kessel mit kohlensaurem Natrium vollständig präcipitirt, das Zinkoxyd durch Filtration vom essigsauren Natron getrennt und zu einer neuen Neutralisation der rohen Säure wieder benutzt.

Das essigsaure Natrium wird entweder als solches verwerthet oder mit Schwefelsäure zur Darstellung der Essigsäure destillirt.

Das gewonnene baldriansaure Zink wird entweder direct mit Schwefelsäure destillirt, wobei die Baldriansäure als Destillat gewonnen wird, oder aber man zersetzt das Zinksalz in der Siedhitze mit kohlensaurem Natrium, benutzt das gewonnene Zinkoxyd zu einer neuen Neutralisation und scheidet aus dem baldriansauren Natrium die Baldriansäure durch Schwefelsäure und Destillation ab.

Verwendung findet die Baldriansäure in der Färberei, bei der Darstellung der Anilinfarben, bei der Fabrication der Fruchtäther und zur Darstellung der verschiedenen baldriansauren Präparate.

D. Sulfo-Substitutionsproducte.

Amylsulfhydrat, Amylmercaptan, $C_5H_{12}S$, wird durch Destillation von amylschwefelsaurem Kalium mit Kaliumsulfhydrat erhalten. Eine farblose Flüssigkeit von durchdringendem Zwiebelgeruch, welcher an den Kleidern lange haftet. Ihr Siedepunct liegt bei 125 °.

Diese Verbindung dient nur wissenschaftlichen Zwecken; ihre physiologische Wirkung ist ganz analog der der entsprechenden Methylverbindung.

Amylsulfid, Schwefelamyl, $C_{10}H_{22}S$, wird durch Erhitzen von amylschwefelsaurem Calcium und Einfach-Schwefelkalium gewonnen. Eine klare, bei 216° siedende Flüssigkeit von sehr durchdringendem Knoblauchgeruch, die schwere Dämpfe bildet und mit nicht leuchtender blauer Flamme unter Abgabe von Schwefelsäureanhydrid brennt.

Technische Verwendung hat diese Verbindung noch nicht gefunden.

In physiologischer Beziehung wirkt es grade wie Aethylsulfid.

Einwirkung des Amylsulfids auf den thierischen Organismus. Ein Kaninchen sitzt im kleinen Zinkkasten, in welchen die Dämpfe von einer Mischung von 10,25 Grm. amylschwefelsaurem Calcium und 2,75 Grm. Schwefelkalium nach vorheriger Reinigung eingeleitet worden. Schon nach 2 M. stürzt das Kaninchen unter den heftigsten Convulsionen und mit stockender Respiration hin; die Augen treten dabei sehr stark hervor; nach 3 M. tetanisches Strecken des ganzen Körpers, welches mit kaum bemerkbarer Respiration verbunden ist. Herausnahme des Thieres nach 5 M. in vollständiger Anästhesie: erst nach 3 M. ist es möglich, 6 Inspirationen während ¼ M. zu zählen. Bald darauf tritt eine ruhige und tiefe Inspiration nebst regelmässigem Herzschlage ein; Pupillen erweitert, Thränen der Augen; nach 12 M. Erheben des Kopfes, dann des Vorderkörpers; nach 14 M. versucht es zu gehen und dreht sich dabei im Kreise herum; erst nach 37 M. bewegt es sich von der Stelle; nach 2 Stunden läuft es wieder. Erst nach 2 Tagen vollständige Restitution.

Amyldisulfocarbonsäure, Xanthamylsäure, $C_5H_{12}OCS_2 = C_6H_{12}OS_2$, wird dargestellt, indem man zunächst eine Lösung von Kali in Amylalkohol auf Schwefelkohlenstoff einwirken lässt, um xanthamylsaures Kalium in blassgelben Krystallen zu erhalten. Durch Versetzung desselben mit Schwefelsäure setzt sich Xanthamylsäure als eine blassgelbe ölartige Flüssigkeit von saurer Reaction und durchdringendem, knoblauchartigem Geruche ab; sie färbt die Haut gelb, brennt mit leuchtender Flamme und wird von Wasser bald zersetzt.

Die Dämpfe der Säure (0,5 Grm.) übten keinen nachtheiligen Einfluss auf den Thierorganismus aus. Die warmen, 5 Min. lang in den Zinkkasten eingeblasenen Dämpfe erzeugten bei einem ausgewachsenen Kaninchen ausser starkem Thränen der Augen, Niessen, Husten und Speicheln keine andern auffallenden Erscheinungen.

Die Säure zersetzt sich in Schwefelkohlenstoff und Amylalkohol; die Zersetzungsproducte können daher nur in grossen Mengen schädlich wirken.

Technische **Verwendung** findet die Säure nicht; früher wurde xanthamylsaures Kupferoxyduloxyd als gelbe Malerfarbe benutzt.[11])

E. Nitrogen-Substitutionsproducte.

Amylamin $C_5H_{11}NH_2 = C_5H_{13}N$ ist ein Product der Fäulniss und Gährung sowie der trocknen Destillation bituminöser Fossilien; auch findet es sich im Petroleum- und Ragoontheer. In der Branntweinschlempe fehlt es selten und kann auch ein Bestandtheil des Weins in Folge der Gährung der Hefe sein. Die Sauerwässer der Weizenstärkemehlfabriken enthalten fast immer Amylamin. Man stellt es durch Zersetzung des Cyansäure-Amyläthers oder durch Einwirkung von Ammoniak auf Bromamyl dar. Eine klare Flüssigheit, deren Geruch ammoniakalisch ist und auch an Amyl erinnert; sie siedet bei $+95^0$ und verbrennt mit leuchtender Flamme.

Die Dämpfe des Amylamins wirken wie die des Propylamins und Methylamins, nur etwas schwächer als diese. Bei allen diesen Körpern herrscht die reizende und caustische Wirkung vor.

Salzsaures Amylamin erzeugt nach subcutanen Injectionen von 0,05 Grm. bei Kaninchen Temperaturabnahme und Pulsverminderung; wurde diese Dose etwas überschritten, so traten Convulsionen ein; nach 0,3 Grm. erfolgte der Tod. Hunde vertrugen aber noch 0,2–1,0 Grm. Bei Menschen soll nach 0,5—1,0 Grm. Abnahme der Temperatur eintreten.[12])

Cyanamyl $C_5H_{11}CN = C_6H_{11}N$ wird durch Destillation von amylschwefelsaurem Calcium mit Cyankalium in äquivalenten Mengen dargestellt; eine bewegliche, nach Knoblauch riechende Flüssigkeit, welche bei 160^0 siedet und durch Einwirkung von Wasser in Blausäure und Amylalkohol zerfällt.

Einwirkung von Cyanamyl auf den thierischen Organismus. Die durch Erhitzen von Cyanamyl gebildeten Dämpfe wurden in den Zinkkasten, in dem ein Kaninchen sass, geleitet, nachdem das Cyanamyl durch Behandeln mit Quecksilber und Rectification vorher gereinigt worden. Nach 1 M. schon starkes Speicheln und Unruhe, nach 3 M. bei sichtbaren Dämpfen starke Dyspnoe mit zurückgezogenem Kopfe; nach 5 M. Schwanken und nach 6 M. Hinstürzen unter den heftigsten klonischen und tonischen Krämpfen und stockender Respiration; nach 7 M. Tetanus mit Kothabgang; nach 8 M. nur schwache Bewegungen in den Bauchmuskeln. Bei sofortiger Herausnahme des Thieres findet sich seine Temperatur schon auf 30° C. gesunken; Pupille sehr erweitert.

Section 12 Stunden hernach. Die ausgedehnten Gefässe der Pia mater sind an der Basis cerebri von strahlenförmig ausgetretenem Blute umgeben; Plex. venos. spin. stark angefüllt. Lungen theils von blaurother, theils von dunkelbraunrother Farbe; aus den Durchschnitten tritt flüssiges Blut aus. Eine dünne wässrige Blutlage findet sich auf der Schleimhaut der Luftröhre oberhalb der Bifurcation. Im rechten Herzen 1 Theelöffel voll geronnenes und flüssiges Blut, im linken noch etwas weniger. Leber von hellbraunrother Farbe und reich an flüssigem Blute. Das flüssige und dunkelkirschrothe Blut gerinnt und röthet sich allmählig an der Luft bis zur hellsten Kirschröthe mit geringer Abscheidung von Serum.

Lunge und Leber wurden auf Blausäuregehalt untersucht; zu dem Ende wurde der wässrige Auszug dieser beiden Organe mit etwas Salzsäure bis zur schwach sauren Reaction destillirt, das Destillat mit Kali vermischt, etwas oxydhaltiger Eisenvitriol zugesetzt, in der Wärme digerirt und dann mit Salzsäure versetzt, worauf sich nach einiger Zeit ein blauer Niederschlag von Berlinerblau bildete. Es war somit Blausäure vorhanden.

Da hier die Blausäure in der Leiche chemisch nachgewiesen werden konnte und das Cyanamyl frei davon war, so unterliegt es keinem Zweifel, dass Cyanamyl durch Blausäurebildung letal wirkt.

Schwefelcyanamyl $C_5H_{11}CNS = C_6H_{11}NS$ bildet sich bei der Destillation von amylschwefelsaurem Calcium und Schwefelcyankalium in äquivalenten Mengen als eine Flüssigkeit von sehr starkem knoblauchartigem und betäubendem Geruche.

Einwirkung von Schwefelcyanamyl auf den thierischen Organismus. Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt im Zinkkasten; 5 Grm. amylschwefelsaures Calcium und 5 Grm.

Schwefelcyankalium werden destillirt und die sich bildenden Dämpfe in den Kasten geleitet. Sofort tritt Dyspnoe ein: nach 2 M. Schwanken des Kopfes, nach 3½ M. sehr heftige klonische und tonische Krämpfe, welche eine ganze Minute anhalten: nach 6 M. krampfhafte Zuckungen durch den ganzen Körper: dann Herausnahme des Thieres in vollständiger Anästhesie. Aus der Nase ist hellrothes Blut geflossen, Pupillen sehr erweitert, Schleimrasseln in der Kehle. Nach 3 M. 5 unregelmässige Inspir. bei regelmässigem Herzschlage: nach 9 M. 15 Inspir. binnen ¼ M. bei herabhängendem Unterkiefer: nach 11 M. geringe Empfindlichkeit an den Augen: nach 15 M. convulsivische Bewegungen der Beine. Nach 20 M. starkes Zittern der Augen; convulsivisches Zucken geht in Tetanus über, wobei die linke Pupille verengert, die rechte erweitert ist; hierauf wieder convulsivisches Zucken; die Körperwärme ist auf 20° gesunken, beide Pupillen sind erweitert: die Respiration hört auf, das Herz schlägt noch; nach 28 M. Kälte des ganzen Körpers, Pupillen auf beiden Seiten verengt und Aufhören des Herzschlags.

Section nach 20 Stunden. Gliederstarre sehr bedeutend; beim Abziehen des Felles auf der innern Seite desselben viele ausgedehnte Gefässe: alle Muskeln von blasser Farbe. Hirnhäute stark injicirt, am hintern untern Rande der beiden Hemisphären ein erbsengrosses Blutextravasat: die Lamina cribosa und die Nasenmuscheln mit Blut überzogen: Plex. venos. spin. von Blut strotzend: zwischen Dura mater und den Wirbeln ein dünnes, flüssiges Blutextravasat. Lungen von dunkelbrauner und schwärzlicher Marmorirung, nur an den Rändern hell ziegelroth mit partiellem Emphysem: Parenchym überall dunkelbraunroth, aus den Durchschnitten fliesst überall flüssiges Blut aus, nur an einzelnen Stellen ist es mit nadelkopfgrossen Blutcoagulationen vermischt; die feinsten Bronchialverzweigungen entleeren einen feinen weissen Schaum; die ganze Lunge und die einzelnen Theile derselben schwimmen auf der Oberfläche des Wassers. Die Schleimhaut von den Bronchien bis zum Larynx hin tief braunroth gefärbt und mit einer Lage röthlichen Schaums bedeckt. Im Herzen, namentlich im rechten, dunkles geronnenes Blut. Leber etwas mürbe, Milz blass und Nieren blutreich. Das Blut ist vorherrschend flüssig, hat eine tief dunkelbraune, fast schwärzliche Farbe, die an der Luft in eine helle Kirschröthe übergeht; Serum scheidet sich nicht ab.

Blausäure konnte durch die chemische Analyse nicht mehr nachgewiesen werden; trotzdem ist die Annahme wohl gerechtfertigt, dass der Tod in Folge der Bildung von Blausäure erfolgt ist, wenn man berücksichtigt, dass Schwefelcyanamyl in Berührung mit Wasser allmählig unter Bildung von Blausäure zerfällt; im Thierorganismus wird dieser Vorgang jedenfalls noch rascher vor sich gehen, auch der Sectionsbefund spricht hierfür.

Die Vergiftung ist in ihrem ganzen Verlaufe der durch Sulfocyanäthyl sehr ähnlich; nur ist das Krampfstadium noch viel schärfer ausgebildet.

C_6 Gruppe.

Hexylverbindungen.

Caproylwasserstoff (Hexylwasserstoff) C_6H_{14} und **Caprolen** C_6H_{12} kommen im Petroleumäther als unangenehm riechende Flüssigkeiten vor.[1])

Hydroxylderivat.

Caproylalkohol oder **Hexylalkohol** $C_6H_{14}O$ kommt im Fuselöl des Weintrester-Branntweins als eine aromatisch riechende, in Wasser unlösliche und bei 150° siedende Flüssigkeit vor.

Oxydationsproducte.

Capronsäure $C_6H_{12}O_2$ findet sich in der Butter und sehr reichlich in einigen Pflanzen, namentlich im Cocosnussöl, in geringer Quantität aber in jedem Fette; sie

bildet sich stets bei der Zersetzung der Eiweisskörper (grade wie Leucin ($C_6H_{13}NO_2$). Sie wird durch Verseifung des Cocosnussöls dargestellt und ist eine farblose, ölartige Flüssigkeit, deren Geruch an Schweiss erinnert.

Citronensäure, Acidum citricum $C_6H_8O_7$ wird aus dem Citronensaft dargestellt und krystallisirt als dreibasische Säure in grossen Säulen mit 1 Molec. Wasser.

Sechsatomiger Alkohol der Hexylgruppe.

Mannit $C_6H_{14}O_6$ kommt fertig gebildet in der Sellerie, in den Pilzen und Algen, im Safte der Eschen und Linden vor. Der Saft wird an der Luft getrocknet und kommt besonders aus Süditalien als Mannit in den Handel. In Sicilien und Calabrien ist es vorzugsweise die Mannaasche, Ornus europaea und rotundifolia, deren Aeste und Stämme zur Gewinnung des Saftes eingeschnitten werden.

Mannit wird durch Behandeln der reinen Manna mit heissem Alkohol dargestellt; er krystallisirt in Prismen oder Nadeln, schmeckt süss, ist nicht gährungsfähig, kann aber als Nebenproduct bei der Milchsäuregährung aus dem Zucker entstehen.

Wird Mannit in rauchender Salpetersäure gelöst, so liefert die Lösung, mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, einen harzähnlichen, in Alkohol löslichen und aus letzterm in Nadeln anschiessenden Körper, welcher **Nitromannit** $C_6H_8(ONO_2)_6$ heisst und bei einem Prellschlage resp. Stosse explodirt. Er schmilzt noch unter 100°, ohne zu explodiren; der im Jahre 1848 gemachte Versuch, die geschmolzene Masse zum Füllen von Zündhütchen oder zur Darstellung von Zündhölzchen zu benutzen, kann unter Umständen gefährlich werden, weil sich, wenn Nitromannit mit chlorsaurem Kalium in Berührung kommt, Salpetersäure resp. Chlorsäure bildet, durch welche Selbstexplosionen entstehen können.

Darstellung von Nitromannit im Grossen. Die Fabrication dieses Salpetersäure-Aethers hat grosse Aehnlichkeit mit der der Schiessbaumwolle; der Mannit, welcher durch Krystallisation möglichst rein dargestellt sein muss, wird pulverisirt und bei 100° C. vollständig getrocknet. Nach dem Erkalten löst man denselben in rauchender Salpetersäure auf und sucht die Erwärmung durch künstliche Abkühlung zu vermeiden. Die salpetersaure Mannitlösung mischt man schnell mit dem doppelten Volumen von 66gradiger concentrirter kalter Schwefelsäure und scheidet sich dann die Nitroverbindung harzartig ab. Dieses Gemisch wird nun rasch in einem dünnen Strahle in ein 10—12faches Volumen kalten Wassers gegossen; die Nitroverbindung fällt dann entweder in harten Körnern oder auch als feines sandiges Pulver nieder.

Man wäscht durch Decantiren aus, zuletzt unter Zugabe einer geringen Menge von Natriumcarbonat; nach dem Trocknen folgt ein Umkrystallisiren aus siedendem Wasser oder Alkohol. Da er sich aber in der Krystallform leicht zersetzt, so schmilzt man ihn, um ihn auf geölte Metall- oder Marmorplatten auszugiessen. Die Stücke dürfen nur mit der Hand zerbrochen, aber nicht mit dem Hammer zerschlagen werden, weil sie sonst leicht explodiren.

Als Sprengmasse wird Nitromannit nur geschmolzen angewendet; auch zum Laden und Füllen von Zündhütchen wird er nur in dieser Form benutzt. Bei der Darstellung von Zündhölzchen darf er nur unter Wasser in Porcellan- oder Holzgefässen gerieben werden; diesem Brei werden die andern Ingredienzen, chlorsaures Kalium, Phosphor u. s. w. zugesetzt.

In Betreff der auftretenden Gase, Dämpfe und Abflusswässer ist auf die Schiessbaumwolle zu verweisen, weil sie bei dieser von gleicher Natur sind.

Der Nitromannit darf beim Einpacken nicht fest zusammengedrückt werden; am besten hat sich das Einbetten desselben in trockne Sägespäne bewährt.

Viele Physiologen und Chemiker sind der Ansicht, dass Nitromannit giftige Eigenschaften besitze, die sich besonders beim Trocknen des krystallisirten Körpers resp. bei der Abnahme desselben von der Unterlage bemerkbar machen sollen, da hierbei nicht bloss die Respirationsschleimhaut irritirt werde, sondern auch Kopfschmerzen und Betäubung entständen. Diese Erscheinungen können, wenn sie auftreten, nur von der Einwirkung der sich hierbei entwickelnden Untersalpetersäure herrühren. Eine mechanische Reizung der Haut kann durch

Nitromannit veranlasst werden, wenn die feinen Krystallnädelchen in die Haut dringen; sie vermögen auch als Staub inhalirt irritirend auf die Schleimhäute einzuwirken, was sehr zu beachten ist, da nachhaltige Krankheitszustände dadurch entstehen können.

Bei der Ingestion wirkt Nitromannit keinesfalls giftig ein; eine Taube erhielt während drei Tage 0,98 Grm. Nitromannit, ohne dass sich das geringste Zeichen von Unwohlsein oder Unbehagen bemerkbar machte.

C_7 Gruppe.

Oenanthylsäure, **Oenanthsäure** $C_7H_{14}O_2$ kommt fast in allen ranzigen Fetten vor und ist ein farbloses, schwach riechendes, bei 219° siedendes Oel.

Ihr Aethyläther besitzt in hohem Grade das Aroma des Weins; man nimmt deshalb an, dass der Wein diesem Aether sein Aroma verdanke.

Die andern Verbindungen in dieser Gruppe sind von geringerer Bedeutung.

C_8 Gruppe.

Caprylalkohol $C_8H_{18}O$ findet sich im Fuselöl des Weintrester-Branntweins, ist eine farblose, aromatisch riechende, in Wasser unlösliche, ölartige Flüssigkeit, welche bei 180° siedet und auf Papier einen Fettfleck erzeugt.

Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$ kommt in der ranzigen Butter, im Schweisse, im Käse und bei der Fäulniss der Albuminate vor; sie krystallisirt in Blättern, riecht schweissartig, schmilzt bei 14° und siedet bei 236°.

C_9 Gruppe.

Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$ kommt im Pelargonium rosatum vor und bildet sich bei der Oxydation der Fettsubstanzen, namentlich des Rautenöls. Sie ist im Harn, im Schweiss und im Gehirn gefunden worden und stellt ein wasserhelles, in der Kälte erstarrendes und bei 250° siedendes Oel dar.

Ihr Aethyläther macht einen Hauptbestandtheil des Weinfuselöls aus und ist eine klare nach Quitten riechende Flüssigkeit. Er kommt als Quittenessenz in den Handel und wird in Conditoreien und Parfümerien angewandt.

C_{10} Gruppe.

Caprinsäure, **Rutinsäure** $C_{10}H_{20}O_2$ findet sich in der Butter, im Cocosnussöl und im Fuselöl des Roggen- und Rübenspiritus; auch tritt sie bei der Oxydation der Eiweisskörper auf. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie fest, schmilzt bei 27°, hat einen schwachen Bocksgeruch und ist in Wasser fast unlöslich.

Ihr Aldehyd ist ein Hauptbestandtheil des Rautenöls; eine unangenehm riechende, bei 230° siedende Flüssigkeit, welche sich durch Salzsäure in eine isomere, angenehm nach Früchten riechende Flüssigkeit verwandelt.

Folgende Verbindungen mit noch höherem Kohlenstoffgehalte verdienen wegen ihrer technischen Wichtigkeit eine besondere Erwähnung:

Laurinsäure, **Laurostearinsäure** $C_{12}H_{24}O_2$ in den Lorbeerfrüchten, im Cocosnussöl und im Wallrath; sie schmilzt bei 44° und krystallisirt in feinglänzenden Nadeln.

Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$, mit einem Schmelzpuncte bei 54°, kommt in der Muskatbutter und im Wallrath vor; letzteres besteht aus dem Margarinsäureäther eines einatomigen Alkohols, des Cetylalkohols $C_{16}H_{34}O$, und ist kein Glycerid.

Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ kommt in freiem Zustande im Palmöl und als Palmitinsäure-Cetyläther im Wallrath, als Glycerid (Palmitin) in den meisten Fetten vor.

Was man bisher **Margarinsäure** genannt hat, ist ein Gemisch von Fettsäuren, unter denen Palmitinsäure stets vorwaltet.

Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$ setzt als Glycerid (Olein) die meisten Fette zusammen.

Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ findet sich ebenfalls als Glycerid (Stearin) in den meisten Fetten und stellt eine in Blättchen krystallisirende, bei 20° schmelzende, in Alkohol und Aether lösliche Substanz dar.

Cerotinsäure $C_{27}H_{54}O_2$ schmilzt bei 78° und vereinigt sich mit dem Aether des Cerotylalkohols $C_{27}H_{56}O$ zu Cerotinsäure-Cerotyläther $C_{27}H_{55}(C_{27}H_{53}O_2)$ im chinesischen Wachs, während der Bienenwachs hauptsächlich aus dem Aether des Melissylalkohols $C_{30}H_{62}O$ mit der Palmitinsäure besteht.

Hiermit ist der Uebergang zu den Fetten und Oelen gegeben, die einen höchst wichtigen Platz in der Industrie einnehmen; die Oelgewinnung, die Talgindustrie, die Seifen- und Stearinsäurefabrication kommen hierbei vorzugsweise zur Sprache.

Fette.

Im gewöhnlichen Leben unterscheidet man die Fette nach ihrer Consistenz und nennt die festen Fette Talg, Butter oder Schmalz, und die flüssigen fette Oele. Die Consistenz wird bedingt durch das Vorwalten von Olein (Oelsäure-Glycerinäther) oder von Palmitin und Stearin (Palmitin- und Stearinsäure-Glycerinäther). Alle Fette stellen nämlich ein Gemenge von Glyceriden, d. h. Aethern der Palmitin-, Stearin- oder Oelsäure dar und besitzen die charakterische Eigenschaft, durch Alkalien und alkalische Erden zersetzt zu werden, wobei die Fettsäure an das Alkali tritt und das Glycerin frei wird. Dieser Hergang begründet die Seifenfabrication, deren wichtigste Materialien die Oele, das Palmöl und der Talg sind.

Oelindustrie.

Das Gewinnen der Oele. Man erhält die Oele gewöhnlich durch Auspressen oder Schlagen.

In den südlichen Ländern ist das Olivenöl ein Gegenstand der ausgedehntesten Industrie; dasselbe wird durch Auspressen der Früchte des Oelbaums (Olea europaea) gewonnen. Für gemeine Oele werden die Oliven in einem Keller einer Art von Gährung unterworfen und dann gepresst, um in der Industrie verwendet zu werden. Oliven, welche das feinste Oel liefern, werden in völlig reifem Zustande gesammelt und zunächst auf eine Mühle gebracht, wo sie sammt den Kernen zerquetscht und dann ausgepresst werden. Das durch die erste Pressung erhaltene Oel heisst Jungfernöl (l'huile vierge surfine et fine) und dient als bestes Tafelöl.

Die Pressrückstände (Grignons) werden noch zur Gewinnung des Oels mit siedendem Wasser behandelt, welches das Oel flüssiger macht und von seinem Eiweissstoffe, der hierbei gerinnt, befreit. Diese Operation heisst das Abbrühen (échauder) und das auf diese Weise erhaltene Oel (huile échaudée) stellt oft noch ein feines Oel dar. Das hierbei gewonnene Abfallöl (huile d'enfer) hat eine grünlich-gelbe Farbe und wird in Seifensiedereien, Tuchfabriken und Türkischrothfärbereien gebraucht.

Das ausgepresste Oel wird in porösen Thonkrügen in Räumen, welche eine Temperatur von 14—16° R. haben, aufbewahrt; hierbei bildet sich ein trüber Bodensatz von Schleimtheilen, welcher als Oelsatz (crasses) verkauft wird, während das abgegossene Oel klar ist und eine sehr gute Qualität darstellt.

Das Olivenöl, das als Speiseöl dient, wird häufig, um den Zoll zu umgehen, als zu technischen Zwecken bestimmt bezeichnet: die Steuerbehörde pflegt dann Terpentin- oder Rosmarinöl zuzusetzen, um es als Speiseöl unbrauchbar zu machen. Ein solches Oel wird jedoch oft durch Erhitzen vom Terpentinöl resp. Rosmarinöl befreit und als Speiseöl wieder in den Handel gebracht: dasselbe riecht in diesem Falle nicht, schmeckt aber unangenehm und erregt leicht Erbrechen.

Die Samenöle. Die ölhaltenden Samen werden zunächst gereinigt und dann auf Mühlen zerkleinert; die zerkleinerten Samen werden hierauf in besondern Apparaten, in den Samenwärmern, mittels des Dampfbades erwärmt. Das Oel ist nämlich in den Samen mit Eiweiss und Schleim emulgirt; durch die Erhitzung des zerriebenen Samens gerinnt das Eiweiss und tritt aus seiner emulsionsähnlichen Verbindung mit dem Oele, während der Schleim eintrocknet, so dass das Oel flüssiger wird und leichter bei der Pressung ablaufen kann. Zum Pressen bedient man sich vorzugsweise der hydraulischen Pressen. Die ursprüngliche Art des Pressens geschieht mit Keilpressen, wobei die Keile durch Stampfer eingetrieben werden und das bekannte klappernde Geräusch der Oelmühlen entsteht.

Die Oelkuchen bestehen aus Eiweiss, Schleim, den Hülsen der Samen und dienen als Viehfutter, wenn sie nicht direct zur Düngung verwendet werden.

Die Extraction der Oele durch Schwefelkohlenstoff ist S. 366 erörtert.

Raffiniren des Oels. Die frisch ausgepressten Oele enthalten stets Schleimstoffe, Wasser, Gummi, Harz und eiweissartige Körper; diese Substanzen beschränken nicht die Verwendung der Oele als Nahrungsmittel, sie sind aber bei der Beleuchtung nachtheilig und zur technischen Benutzung als Schmiermittel unbrauchbar. Im erstern Falle verkohlen nämlich die schleimigen Theile im Dochte, verstopfen denselben und verursachen den bekannten russigen Rauch; es wird deshalb das Oel entweder durch langes Lagern, durch Absetzen der Stoffe oder auf künstliche Weise gereinigt oder raffinirt.

Der beim Ablagern entstehende Absatz, das sogenannte Oeltrüb, wird bei der Seifenfabrication benutzt und gegenwärtig nicht mehr weggeschüttet. Diese Methode des Raffinirens durch Ablagern erreicht aber den Zweck nicht vollständig, weshalb man gewöhnlich das Rüböl durch Zusatz von ½—1 % concentrirter Schwefelsäure und gutes Mischen von seinen Unreinigkeiten befreit.

Die Säure verbindet sich mit dem Schleime und den färbenden Theilen, welche sich in grünschwarzen Flocken ausscheiden; dieser Niederschlag wird bei der Fabrication der schwarzen Seife benutzt. Nach 24 Stunden giesst man bis zu 60° R. erwärmtes Wasser hinzu und zwar in dem Verhältniss, dass es ⅔ des Umfangs vom Oel ausmacht. Nachdem man tüchtig untereinander gerührt hat, lässt man die Mischung an einem auf 20—25° R. erwärmten Orte so lange stehen, bis sich das Oel vom Wasser geschieden hat; man zieht dann das Oel mittels Heber vom Wasser ab und bringt es in Bottiche oder Fässer, um es der Filtration zu unterwerfen. Man setzt zu diesem Zwecke ein Kreuz in die Bottiche ein, stellt darauf einen Weidenkorb, dessen Boden mit Baumwolle bedeckt ist, und schüttet das Oel durch dieses Filter. Solche Filter dürfen nie trocken werden, weil sonst durch rasche Oxydation der Oele Entzündung derselben eintritt.*)

Die sauren Abflusswässer dürfen nie in Canäle oder Gruben abgelassen werden, bevor sie nicht mit Kalk behandelt worden sind.

Die Reinigung des Rüböls mit Chlorzink ist dann gefährlich, wenn das gereinigte Rüböl als Nahrungsmittel verwendet wird; auch hier müssen die Abflusswässer vorsichtig mit Kalk behandelt und hierdurch von ihrem Zinkgehalte befreit werden.

Wird das gereinigte Rüböl längere Zeit bei 200—220° Hitze erhalten, so nimmt es Sauerstoff auf und verdickt sich. Diese Procedur dient zur Darstellung des sogenannten Spindelöls und ist stets mit der Entwicklung von Acrolein und flüchtigen fetten Säuren verbunden, die stets durch Einleiten in eine Feuerung unschädlich zu machen sind.

Wird das nicht vollständig entsäuerte Oel zur Beleuchtung benutzt, so ist in sanitärer Beziehung zu beachten, dass sich dann durch die Zersetzung der Schwefelsäure schweflige Säure entwickelt; gebraucht man es als Maschinenöl, so greift es die Lager an.

Für die Technik und Beleuchtung ist das Rüböl am wichtigsten; es wird aus

---

*) Aus der nämlichen Ursache darf beim Einölen der Wolle vor dem Spinnen diese nicht in grossen Massen aufgehäuft liegen bleiben, weil sonst durch Oxydation des Oels Verkohlen stattfinden kann. Auch Oel, mit Eisenoxyd gemischt, entzündet sich leicht, wenn beide Stoffe einige Stunden zusammen liegen bleiben, was bei der jetzigen Art der Darstellung von Kitten beachtenswerth ist.

dem Winterraps (Brassica napus), Sommerraps (Brassica praecox) und dem Kohlraps (Brassica campestris) dargestellt. Das aus letzterem gewonnene Oel heisst Colxa und kommt im Handel am häufigsten vor; es ist so reich an Glycerinverbindungen und festen Fettsäuren, dass es bei -0^0 erstarrt.

Einige Oele trocknen an der Luft unter Sauerstoffaufnahme zu einer durchsichtigen festen Masse ein. Man nennt sie trocknende Oele, wozu hauptsächlich das Mohn-, Lein-, Ricinus-, Hanf-, Nuss-, Sonnenblumenöl und Crotonöl gehören; sie werden besonders zu Firnissen verwendet.

Andere Oele bleiben an der Luft unverändert; zu diesen nicht trocknenden Oelen gehören vorzüglich das Oliven-, Palm-, Cocosnuss-, Mandel-, Rüb-, Buchkern-, Oelrettig- und Madiaöl.

Ranzig werden die Fette, wenn sie noch Eiweisskörper enthalten, die in Gährung übergehen, durch welche die Fettsäuren frei werden und ihren Geruch und Geschmack dem Fette mittheilen.

Firnissindustrie.

Firniss nennnt man eine Auflösung von harzigen Stoffen in trocknenden fetten Oelen oder in Weingeist und Terpentin, die man auf die Oberfläche der verschiedensten Gegenstände aufträgt, um einen glänzenden Ueberzug zu erzeugen. Man unterscheidet hiernach 1) **fette** oder **Oelfirnisse**, unter denen der Leinölfirniss der gebräuchlichste ist.

Die Firnisskocherei beruht auf der Befähigung der trocknenden Oele und namentlich des Leinöls, Sauerstoff aufzunehmen und dadurch ganz andere Eigenschaften zu erlangen. Da dieser Process an der Luft zu langsam vor sich geht, so unterstützt man ihn künstlich; man nimmt altes abgelagertes Leinöl und setzt ihm sauerstoffreiche Metalloxyde, Mennige, Bleiglätte, Braunstein, schwefelsaures und borsaures Manganoxydul, Zinkoxyd u. s. w. zu, um die Sauerstoffaufnahme zu befördern. Diese sogenannten Siccative finden sich theils reducirt auf dem Boden des Gefässes wieder, theils gehen sie auch eine Saponification mit dem Oele ein, indem sie die Trennung des Glycerins von den öl- und fettsauren Verbindungen beschleunigen.

Dabei wird ein Absatz (Firnisssatz) gebildet, welcher aus dem Ueberschuss der zugesetzten Metalloxyde mit den ausgeschiedenen partiell reducirten Oxyden und dem freigewordenen Glycerin besteht. Diese Verbindung gibt, wenn sich die Temperatur beim Kochen zu hoch steigert, zur Entwicklung von Acrolein Veranlassung. Dieser Uebelstand macht die Firnisskocherei zu einer von den Adjacenten mit Recht sehr gefürchteten Fabrication; die Firnisssiedereien gehören deshalb nach § 16 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni 1869 zu den gewerblichen Anlagen, welche einer besondern polizeilichen Genehmigung bedürfen.

Man vermeidet die Entwicklung von Acrolein-Dämpfen beim Kochen des Leinölfirnisses am sichersten durch geringe und häufige Zusätze von kaltem Wasser, wodurch sowohl die zu hohe Temperatur und die weitere Zersetzung der Oelbestandtheile verhütet, als auch die Auflösung der Metalloxyde durch vermehrte Sauerstoffzufuhr befördert wird.

Es ist sehr zu empfehlen, das Abkochen im Wasserbade oder überhaupt in Bädern und nicht auf freiem Feuer zu bewirken. Beobachtet man diese Vorsichtsmassregeln, so ist die Firnisskocherei eine Operation, welche bei einiger Aufmerksamkeit ohne grosse Belästigung ausgeführt werden kann; sie wird übrigens auch vielfältig ohne alle polizeiliche Erlaubniss und auf eine möglichst rohe Weise bewirkt.

Das Leinöl wird schon durch blosses fortgesetztes Sieden trocknend, so dass ein

solches gekochtes Oel schon für sich einen Firniss bildet. Auf solche Weise wird der Buchdrucker-Firniss (s. S. 309) oder das sogenannte Kunstöl dargestellt.*)

Zur Darstellung von solchen Oelfirnissen benutzt man kupferne Kessel und setzt nur gebrannte Magnesia zu, die sich mit den schleimigen Theilen und der etwa vorhandenen Säure verbindet. Das fertig gekochte Oel wird in zinnerne oder bleierne Cisternen behufs Klärung geleitet, der sich hier bildende Bodensatz getrennt und meist zu schwarzen Lackirungen benutzt.

Bei der Anlage von grossen Firnisssiedereien ist besonders die Feuersgefahr zu berücksichtigen: das Fabrikgebäude muss stets isolirt liegen; für die Aufbewahrung der Materialien und des fertigen Firnisses sollen ebenfalls besondere Localitäten vorhanden sein. Die Schürlöcher der Feuerung sind ausserhalb des Arbeitsraums anzubringen.

Die Kessel, welche oft 200—300 Pfund Oel umfassen, bestehen zur Darstellung von gewöhnlichem Leinölfirniss aus Eisen und haben die Gestalt eines gewöhnlichen Waschkessels. In den meisten Fällen steht er auf freiem Feuer, was aber aus den oben angeführten Gründen nicht zweckmässig ist. Die Temperatur darf nur allmählig steigen und nur bis zum gelinden Kochen zunehmen; es bildet sich hierbei Schaum auf der Oberfläche, der mit kupfernen Schaumlöffeln entfernt wird. Dann setzt man die Siccative zu; werden, was noch vorwaltend geschieht, Mennige oder Bleiglätte benutzt, so hat man die Arbeiter auf die Gefährlichkeit des Staubes aufmerksam zu machen, da diese Materialien sehr häufig und in kleinen Portionen zugeschüttet werden.

Um die Belästigungen der Firnisssiedereien ganz zu vermeiden, kann man nach *C. W. Vincent* das Abkochen in einem geschlossenen kupfernen Kessel, der von aussen mittels eines Dampfmantels geheizt wird, vornehmen. Den Verschluss bildet ein angenieteter und mit einem Mannloch versehener Dom. Im Innern bewegt sich ein doppeltes Rührwerk, welches das Oel in beständiger Bewegung erhält Zu diesem Zwecke sind durch eine Stopfbüchse in der Mitte des Doms zwei verticale, concentrische Wellen hindurchgeführt, von denen die eine hohl ist; beide werden durch Betrieb von aussen in drehende Bewegung gesetzt und zwar jede in anderer Richtung; an dem im Kessel befindlichen Theile tragen sie Rührschaufeln.

Ausserdem kann durch ein Rohr von unten her gepresste Luft zur Regulirung der Temperatur eingeleitet werden, während ein anderes Rohr, das vom obern Theile des Kessels abgeht, die durch Zersetzung des Oels entstehenden höchst übelriechenden Dämpfe durch ein Schlangenrohr (das zugleich das später zu siedende Oel vorwärmt) in einen Feuerraum ableitet.

Die Siccative werden auf zweckmässige Weise mit Oel angerieben und während des Kochens mittels eines Trichters mit Absperrhahn eingelassen; nach vierstündigem Kochen soll der Firniss fertig sein.

Oel-Lackfirnisse. Um dem Anstriche einen grössern Glanz zu verleihen, setzt man dem Oelfirnisse verschiedene Harze zu, von denen namentlich Copal und Bernstein vorher durch Schmelzen in eine lösliche Form gebracht werden müssen. Hierbei werden eine Masse der verschiedensten flüchtigen Verbindungen erzeugt, die für die Arbeiter im höchsten Grade belästigend sind.

Bernsteinfirniss. Bernstein und concentrirte Schwefelsäure werden gemischt und in Glasretorten, die im Sandbade ruhen, geschmolzen. Anfangs entwickeln sich mit schwefliger Säure gemischte Wasserdämpfe, die in den Schornstein abzuleiten sind; dann treten weisse Dämpfe auf, die in der Vorlage zu einer öligen Flüssigkeit condensiren, während sich Hals und Helm der Retorte und schliesslich auch das Destillat mit krystallinischer Bernsteinsäure als Nebenproduct anfüllen. Die ölige Substanz wird als eine dem Copalöl ähnliche Verbindung gewonnen; ausserdem finden sich geringe Mengen von Essig-, Butter- und Ameisensäure vor.

Zum schwarzen Bernsteinfirniss werden geschmolzener Asphalt und Bernstein mit heissem Leinöl unter Zusatz von etwas Bleiglätte und Bleizucker verwendet.

Die sehr verschiedenen Modificationen können hier nicht aufgeführt werden; es ist nur zu erwähnen, dass für geringere Sorten und eine wohlfeilere Lackirung auch Pech und das durch Eindampfen von Steinkohlentheer bereitete Asphalt genommen werden und zwar häufig unter ziemlich beträchtlichem Zusatz von Mennige und Glätte. In sanitärer Beziehung ist nicht genug darauf aufmerksam zu machen, dass die Arbeiter bei der Firnissfabrication auf diese Weise sehr häufig mit Blei-

*) Nach *Liebig* erhält man auch auf kaltem Wege einen guten Oelfirniss, wenn man Leinöl mit Bleiessig (Plumb. subacetic.) versetzt.

präparaten in Berührung kommen und daher auch verschiedenen Bleiintoxicationen ausgesetzt sein können.

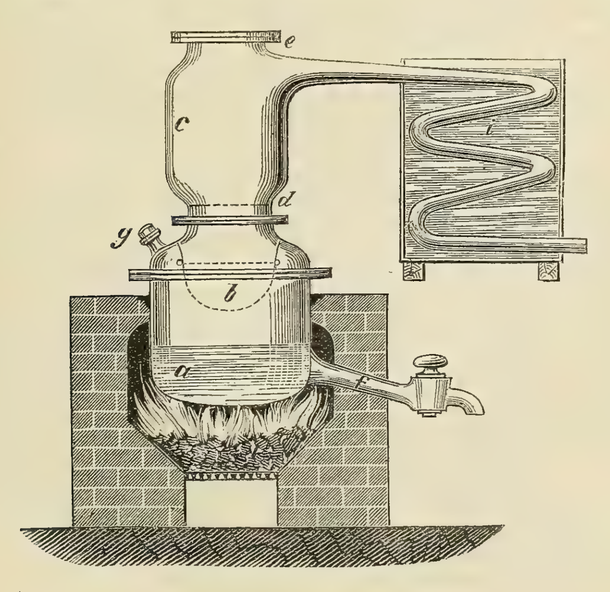
Bei diesen schwarzen Lacken, die häufig zum Lackiren von Wagen, Maschinentheilen oder grössern Gusssachen verwendet werden, haben daher auch die Lackirer diese metallischen Zusätze zu beachten, obgleich bekanntlich auch weisse und gelbe Lacke dargestellt werden, die bleihaltig sind. Nach *Du Mesnil* enthielt ein weisser Lack 48,65 %, ein gelber 50 % und ein schwarzer 42,05 % Blei. Wenn nach dem Ueberzuge eines solchen Lackes auf die betreffenden Gegenstände, namentlich auf Holz, ein kräftiges Reiben resp. Poliren stattfindet, so ist ein gefährlicher Staub unvermeidlich, der erfahrungsgemäss Bleikolik und Bleilähmung zu erzeugen vermag.[1])

Copalfirniss. Das Schmelzen des Copals geschieht gewöhnlich auf freiem Feuer; es entwickelt sich bei der Destillation zuerst Wasserdampf von höchst saurer Reaction, die von Essig- und Ameisensäure herrührt. Bei stärkerer Erwärmung treten scharf riechende, schwierig zu condensirende Dämpfe nebst einem leichten ätherischen Oele auf. Letzteres reagirt stark sauer und greift Metalle, namentlich Kupfer an; es enthält freie Essig- und Ameisensäure, bisweilen auch Bernsteinsäure und eine ölartige scharfe Säure, welche über 200° siedet und auch bei der Destillation des Colophoniums auftritt. Dieses ätherische Oel ist ein gutes Lösungsmittel für Copal, weshalb es auch für diesen Zweck gebraucht wird; es macht aber den Firniss leicht rissig und die Ausdünstung des Anstriches ist für Menschen und namentlich auch für Vögel nachtheilig, weil das Oel wie Benzol Kopfschmerzen und Betäubung hervorruft; Vögel können dadurch zu Grunde gehen. Beim weitern Erhitzen des Copals, beim Aufblähen der Masse, werden die Dämpfe stärker und es bildet sich nun ein leicht condensirbares Oel, welches sauerstofffrei ist, einen höchst penetranten Geruch und Geschmack hat und bei manchen Individuen durch den blossen Geruch Erbrechen verursacht. Dieses sogenannte schwere Copalöl wird von Schwefelsäure theilweise angegriffen und liefert durch Rectification ein farbloses Liquidum, welches leichter als Wasser ist und in seiner Zusammensetzung dem Bernsteinöl gleich ist. Mit Salpetersäure liefert es ein Harz, welches frappant nach Moschus riecht und sogar in der Parfümerie wie das Bernsteinöl Anwendung gefunden hat.

Bei der Fabrication lässt man beide Oele zusammen und gebraucht sie als Lösungsmittel für Harze.

Wenn nun der Copal ganz flüssig geworden ist, hat er eine derartige Zersetzung erlitten, dass er in fetten und ätherischen Oelen leicht löslich ist. Das eigentliche Lösungsmittel desselben ist Terpentinöl; ein geringer Zusatz von Oelfirniss ist nöthig, um dem Ganzen die nöthige Zähigkeit zu geben. Der geschmolzene Bernstein bedarf dagegen mehr Leinölfirniss als Terpentinöl zu seiner Auflösung.

Fig. 47.



Bei einem rationellen Verfahren geschieht das Schmelzen des Copals in einem Sand- oder Luftbade; auf diese Weise werden die berühmten englischen Kutschenlackfirnisse dargestellt.

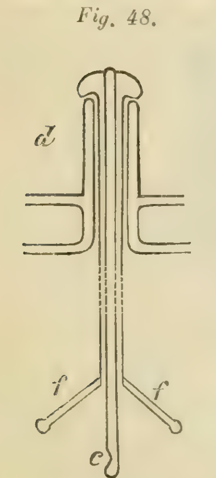
Die sich hierbei entwickelnden Dämpfe werden direct zum Auflösen von Copal benutzt, indem man in einem Kessel (Fig. 47 *a*) ein zweites Kesselchen (*b*) aufhängt; ersterer hat ein Abflussrohr (*f*) und am obern Theile eine kleine Oeffnung (*g*) zum Einführen des Probirlöffelchens. Ueber dem Kessel ist noch ein Aufsatz (*c*) angebracht, der ebenfalls zur Aufnahme des Copals dient, unten aber einen siebförmigen Verschluss (*d*) hat und nach oben in einen Helm (*e*) übergeht, der mit einer Kühlschlange in Verbindung steht.*) Im Grunde des Kessels wird der dunkle Copal geschmolzen; die dann auftretenden Dämpfe gehen durch den siebförmigen Boden des obern Aufsatzes (*d*) und lösen den hier befindlichen Copal, der in Tropfen in das aufgehängte Kesselchen abfliesst. Der grössere Theil des Lösungsmittels verflüchtigt sich und geht in die Kühlschlange (*i*) über, wo Alles zur Condensation gelangt. Die weisse Lösung des Copals bleibt in dem aufgehängten Kesselchen zurück.

In sanitärer Beziehung ist dies Schmelzen der Harze sehr wichtig, da sich nach der Natur derselben sehr verschiedene, aber höchst reizende Dämpfe entwickeln. Häufig setzt man auch den verschiedenen Sorten von Copal, dem Bernstein oder Asphalt noch Colophonium zu, um den Schmelzprocess zu verkürzen.

Die Reizung der Respirationsorgane kann bei manchen Arbeitern in Bluthusten übergehen, während andere diese Beschäftigung ganz aufgeben müssen. Ein Firnissfabricant wurde zu diesem Schritte schliesslich genöthigt, da eine chronische Bronchitis und eine Neuralgia intercostalis den bisherigen langjährigen Aufenthalt im Schmelzraum fernerhin unmöglich machten. Viele Arbeiter harren zwar aus, aber stets zum Nachtheile ihrer Gesundheit, wenn keine Präventivmassregeln getroffen werden. Meistens findet man nur sehr primitive Einrichtungen und höchstens einen Rauchfang über den Schmelzkesseln; es ist aber durchaus erforderlich, dass mit einer zweckmässigen Construction der Schmelzkessel auch eine möglichst vollständige Condensation oder Verbrennung der Dämpfe Hand in Hand geht.

In England findet sich in einigen Fabriken folgende Einrichtung: Auf jedem Kessel ist ein concaver Deckel angebracht, der in der Mitte mit einer 10 Ctm. weiten Oeffnung für das Umrühren versehen ist. Die Dämpfe sammeln sich zwischen dem Rande des Gefässes und des Deckels, um hier in ein gemeinschaftliches Rohr einzutreten, das mit einem im Freien stehenden Condensator in Verbindung steht. Dieser besteht aus 18 verticalen, untereinander communicirenden Röhren von 3 Meter Höhe und 12—15 Ctm. Durchmesser; die letzte Röhre ist mit einem Exhaustions-Schaufelventilator versehen.

Fig. 48.



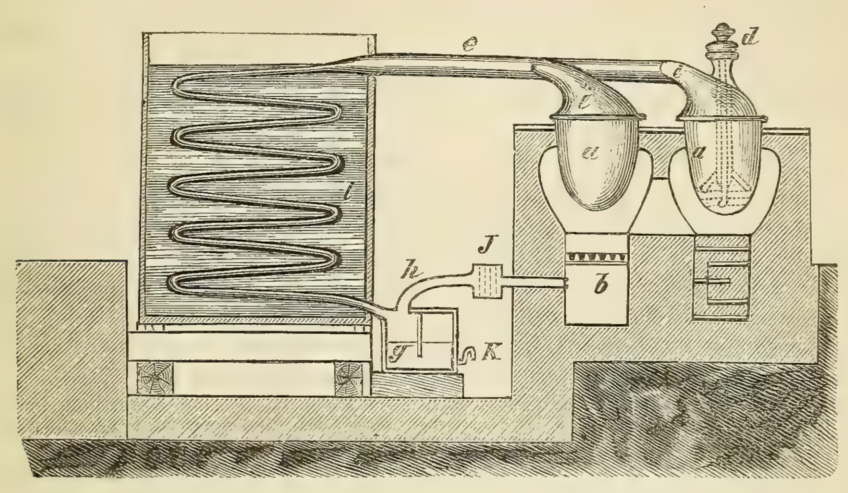
Durch diese Einrichtung wird allerdings der Schmelzraum von den Dämpfen befreit; um aber auch die Adjacenten von ihrer belästigenden Einwirkung zu befreien, ist es noch erforderlich, die von dem Ventilator ausgestossenen Dämpfe in eine Feuerung zu leiten, um sie vollständig zu vernichten. Den hierbei erforderlichen Vorsichtsmassregeln wird durch die S. 365 näher beschriebene Einrichtung genügt.

Eine zweckmässige Vorrichtung ist die durch Fig. 48 und Fig. 49 veranschaulichte, durch welche ebenfalls Condensation der Dämpfe und Verbrennung der nicht condensirten Dämpfe erzielt werden. Die Achse des Rührers (Fig. 48 *d*) geht durch eine Stopfbüchse und besteht aus einem hohlen Eisencylinder, in welchem sich ein anderer unten geschlossener Cylinder bewegt, der einige Zoll vor seinem untersten Ende einen Ausschnitt (*c*) hat; durch diesen entsteht eine Art von Löffel. Dieser Probelöffel hat nach unten noch ein Leistchen, welches das vollständige Aus-

*) Der Apparat ist demjenigen sehr ähnlich, der bei der Destillation ätherischer Oele benutzt wird (s. Aetherische Oele).

ziehen desselben verhütet. Der eigentliche Rührer ist mit einer Kurbel und mit Flügeln (*ff*) versehen.

Fig. 49.



Die Schnäbel der Hüte (Fig. 49 *i*) der Kessel (*a*) münden in eine gemeinschaftliche Röhre (*e*), die zur Kühlschlange (*l*) führt. Die hier condensirten Dämpfe fliessen nach *g* und sammeln sich hier an, um durch den Siphon (*K*) abzufliessen, während die uncondensirten Dämpfe durch das Rohr *h* und die Siebplatte bei *J* unter dem Herde der Feuerung zur Verbrennung gelangen. Die Thür der Feuerung (*b*) muss selbstverständlich hierbei stets geschlossen bleiben.

2) **Weingeistfirnisse.** Die Darstellung im Grossen geschieht in einer Destillirblase mit Helm und Schlangenrohr, um den während der Auflösung der Harze sich verflüchtigenden Alkohol wieder zu gewinnen. Man erhitzt in einem Wasserbade und führt durch eine im Helm befindliche Stopfbüchse eine Stange mit Flügeln, um durch Rühren die Auflösung der Harze zu unterstützen. Man steigert nur anfangs die Temperatur bis zum Sieden des Weingeistes; dann vermindert man sie etwas und hält sie unter dem Siedepunct des Alkohols. Den abgezogenen Firniss lässt man durch ein Florsieb laufen und filtrirt ihn mittels Fliesspapiers.

Statt Weingeist gebraucht man auch vielseitig Holzgeist. Unter den Harzen werden vorzugsweise Schellack, Sandarach, Mastix, Damar oder Elemiharz unter Zusatz von Colophonium, Campher und Lavendelöl benutzt. Die Harze werden in klaren Stückchen ausgesucht, damit die Firnisse eine wasserhelle Farbe erhalten, dann gepulvert und häufig mit grobem Glaspulver gemengt. Letzteres soll das Zusammenballen des Harzpulvers verhindern; um es ganz fein zu erhalten, wird es noch durch ein Haarsieb abgesiebt. Dieser Act ist in sanitärer Beziehung wichtig: geschieht er nicht in geschlossenen Sieben, so wird der feine Glasstaub eingeathmet und erzeugt sehr schmerzhafte Gaumen- und Mandelentzündungen. Der ganze Schlund zeigt in den höhern Graden eine Scharlachröthe und es dauert oft Wochen lang, ehe diese Reizung verschwunden ist.

Die Weingeistfirnisse werden durch Gummigutt gelb, durch Drachenblut und Sandelholz roth gefärbt, um namentlich metallischen Flächen eine Goldfarbe zu ertheilen.

3) **Terpentinölfirnisse.** Hier geschieht meist die Auflösung im Sandbade unter Zusatz von reinem Quarz- oder Glaspulver. Man benutzt diese Firnisse vorzugsweise zum Ueberziehen von Karten, Kupferstichen u. s. w.

Man muss bei der Darstellung im Grossen ganz besonders für gut geschlossene

Gefässe und die Condensation der Dämpfe sorgen, damit diese sich nicht im Fabrikraume verbreiten, weil sonst eine grosse Gefahr vor Explosion vorhanden ist.

Es ist deshalb auch geboten, alle Schürlöcher der Feuerungen wie bei den Weingeistfirnissen ausserhalb der Arbeitsräume anzulegen. Ein Schlangenrohr, in welchem sich die Dämpfe bei der Auflösung verdichten, sollte ausserdem zur Bedingung bei der Ertheilung der Erlaubniss zum Betriebe gemacht werden.

Der Asphaltlack wird fast nur durch Auflösen von Asphalt in Terpentinöl dargestellt.

Dunkle, braune Firnisse erhält man im Allgemeinen durch Auflösen von Gummilack und Colophonium; durch Zusatz von Leinölfirniss nähern sich dann diese Firnisse wieder mehr den hellen Firnissen.

Degras, Gerberfett.

Ein Gemisch von nicht trocknenden Oelen und Fetten wird Degras genannt und zum Einreiben des lohgaren Leders benutzt. Man wendet vielfältig dazu an: huile coco, welches wahrscheinlich vom Cocosnussöl herrührt, huile grasse, das hauptsächlich aus Paraffinöl besteht, red oil aus Amerika, wahrscheinlich Specköl, ganz vorzüglich aber Moellon, die Weissbrühe aus der Sämischgerberei; da letztere eine javabraune Farbe hat, so kommt es bei den verschiedenen Gemischen besonders auf die Herstellung dieser Farbe an.

Zusätze von aufgelöstem Kautschuk, Wachs oder Talg sind auch nicht selten, wenn diese Substanzen grade billig zu haben sind. Das Gemenge der verschiedenen Oele und Fette wird gewöhnlich in grossen Kesseln nur auf 22—25° R. erwärmt, um die Mischung zu befördern, so dass in diesem Falle gar keine Belästigung zu befürchten ist. Wendet man aber Talg oder andere Substanzen an, welche einen höhern Schmelzpunct haben, so muss die Wärme (beim Talg bis auf 40—50° R) gesteigert werden, in welchem Falle sich dann auch die flüchtigen Fettsäuren entwickeln, für deren Ableitung in einen gut ziehenden Schlot man zu sorgen hat.

Es ist überhaupt erforderlich, dass der Kessel, in welchem die Mischung geschieht, unter einem Schornsteinbusen aufgestellt ist. Die Mischung wird durch ein Sieb in einen Bottich gelassen, in welchen Soda mit überschüssigem Kalkwasser und etwas Moellon zugeschüttet wird, wodurch eine Verseifung entsteht. Zwei Stunden nachher wird häufig auch noch Glycerin (auf 1000 Pfund 50 Quart) zugegossen und so lange gerührt, bis die Masse steif und javabraun geworden ist.

Kalk wird bloss deshalb genommen, um die Lauge caustisch zu machen; das sich bildende Calciumcarbonat müsste eigentlich abgeschieden werden, es bleibt aber häufig in der Masse, um sie schwerer zu machen.

Bei der Frage, ob und inwiefern die Fabrication von Degras für die Nachbarschaft belästigend werden kann, hängt somit die Entscheidung von der genauen Prüfung der Materialien, welche zur Verarbeitung kommen, sowie von der Höhe der Temperatur ab, die bei der Mischung erforderlich ist. So wurde in einem concreten Falle japanischer Thran benutzt, der schon an und für sich bei der Aufbewahrung höchst widerliche Gerüche entwickelt und für die Adjacenten sehr belästigend wird. Die Fabrication ist überhaupt sehr mannigfach, da sich die Benutzung der verschiedenen Materialien nach den localen Verhältnissen richtet.

Talgindustrie.

Talg ist das Fett der Wiederkäuer, wovon die meisten als Hausthiere bekannt sind. Alle Sorten von Talg besitzen einen eigenthümlichen, unangenehmen Geruch, welcher nach den Thieren und der von ihnen genossenen Nahrung verschieden ist.

Der Talg wird gewöhnlich aus dem Fette der Eingeweide durch Ausschmelzen gewonnen; man hat verschiedene Methoden desselben und je nachdem die eine oder andere angewendet wird, hat auch der Talg einen höhern oder geringern Werth.

1) Die älteste Methode besteht in einer Zerkleinerung und im Ausbraten des Fettes auf freiem Feuer; hierbei ist nicht zu vermeiden, dass der Talg gelb wird und durch empyreumatische Stoffe, welche durch zu starke Erhitzung der stickstoffhaltigen Gewebe entstanden sind, meistens einen höchst unangenehmen Geruch erhält.

Der Schmelzkessel ist gewöhnlich aus Kupfer, dessen Seitenwände unmittelbar vom Mauerwerk des Ofens umgeben sind, so dass das Feuer nur den Boden desselben berührt. Beim Ausbraten entstehen neben flüchtigen Fettsäuren die Bestandtheile von Oleum anim. Dipp. Kaum werden sich die Dämpfe von Acrolein zeigen, da zur Bildung desselben eine höhere Temperatur nothwendig ist, als zum Ausbraten des Talgs angewendet wird.

Der geschmolzene Talg wird durch einen Filtrirkorb oder einen kupfernen Durchschlag übergeschöpft, damit sich die fremden Theile absetzen. Bei den bessern Sorten, namentlich beim Hammeltalg, schöpft man ihn in kleine hölzerne Formen, in welchen man ihn erkalten lässt; man erhält auf diese Weise die Talgbrote oder Talgkuchen des Handels. Der Talg aus gemischten Fetten, besonders aus Rindertalg, wird direct in Fässer gefüllt und heisst Fasstalg.

Der rohe Talg wird beim längern Aufbewahren in Folge der Zersetzung der Membranen, welche die Fettkügelchen umschliessen, leicht ranzig; wird derselbe zum Lichterziehen bearbeitet, so gibt er durch die Ausdünstung der flüchtigen Fettsäuren beim Schmelzen zu grosser Belästigung der Nachbarschaft Anlass.

Vorzugsweise wird auch der Steppen- und Krimtalg durch blosses Ausschmelzen über freiem Feuer dargestellt.

Aus Buenos-Ayres erhält man bisweilen ebenfalls den durch Ausschmelzen gewonnenen Talg, welcher aber dort betrügerischer Weise kurz vor dem Erstarren noch mit einer Auflösung von thierischem Leim emulgirt wird. Dadurch wird aber auch eine gewisse Menge atmosphärischer Luft im Talg mit eingeschlossen, welche bei Gegenwart von Wasser die thierische Substanz zur Fäulniss bringt. Ein solcher Talg gibt deshalb beim Umschmelzen wegen der Fäulnissproducte des thierischen Leims (flüchtige Fettsäuren, Butter-, Baldriansäure u. s. w.) einen unerträglichen Geruch; auch muss er beim Versenden in Schiffen allein geladen werden, weil Kaffee und andere Genuss- oder Nahrungsmittel einen widerlichen Geschmack danach bekommen.

2) Das Ausschmelzen des Talgs wird unter Zusatz von schwacher Kochsalzlösung vorgenommen. Dies ist eine viel bessere Methode; der Zusatz von Salz bezweckt nur eine Steigerung der Temperatur. Den ausgelassenen Talg separirt man als sogen. Jungferntalg und werden die zurückbleibenden thierischen Gewebe durch Ausbraten von dem noch geringen Antheil an Talg befreit. Diese zweite Sorte von Talg heisst in manchen Gegenden Talgnachlauf und stellt eine viel schlechtere Qualität als die erstere dar.

Recht zweckmässig ist es, den Talg vor dem Ausschmelzen, statt zu zerschneiden, unter Mühlsteinen zu zerquetschen oder im Stampftroge zu zerstampfen, um ihn in einen Brei zu verwandeln, welcher bei einer geringern Hitze ausgeschmolzen werden kann, so dass hierzu schon heisse Wasserdämpfe ausreichen. Zu diesem Zwecke umgibt man den Schmelzkessel mit einem andern und lässt in den Zwischenraum die Wasserdämpfe eintreten.

Diese Methode hat auch den Vortheil, dass das Talgschmelzen an und für sich keinen unangenehmen Geruch verbreiten kann; dies ist nur dann möglich, wenn die das Fett umschliessenden Membranen schon in Fäulniss übergegangen waren.

3) Das Ausschmelzen des Talgs geschieht durch eingeblasenen Wasserdampf, wobei der flüssige Talg von der wässrigen leimhaltigen Flüssigkeit getrennt und mit fein gemahlenem verknistertem Kochsalz behandelt wird. Diese Methode wendet man bei dem Talg, welcher als Nahrungsmittel verwendet werden soll, an.

Der Zusatz von Kochsalz nimmt dem Talg seinen Wassergehalt, so dass letzterer weder auf die vorhandene Leimsubstanz einwirken noch ein schnelles Ranzigwerden des Talgs verschulden kann. Da der Leim in Salzwasser schwerer löslich ist, so wird auch deshalb das Wasser minder befähigt, mit den thierischen leimgebenden Substanzen Leim zu bilden.

Der Wasserdampf wird aus einem mit Sicherheitsventil versehenen Dampfkessel in dicht verschlossene Gefässe geleitet, in welchen das Fett auf einem Roste liegt und aus welchen das geschmolzene Fett durch einen am Boden angebrachten Hahn abgelassen werden kann.

4) Das Ausschmelzen des Talgs geschieht auf freiem Feuer oder durch eingeblasenen Wasserdampf unter gleichzeitiger Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure. Diese Methode wendet man vorzugsweise an, wenn man den Talg zu industriellen Zwecken gebrauchen will; das Fett wird hierbei nicht zu hoch erhitzt, die thierischen Häute werden aufgelöst und die Ausbeute an Talg ist in qualitativer und quantitativer Beziehung besser.

Durch diese Behandlung wird der Talg namentlich in Folge von gebildeter Stearinsäure fester, weil die Schwefelsäure auf das im Fette enthaltene Glycerin einwirkt.

Den gleichen Zweck erreicht man, wenn man statt der Schwefelsäure verdünnte Kali- oder Natronlauge zusetzt.

In sanitärer Beziehung ist das Aufspeichern des Rohtalgs in Talgschmelzereien nicht zu gestatten, weil er durch seinen Gehalt an thierischen stickstoffhaltigen Substanzen sehr leicht in Fäulniss übergeht und dadurch einen unerträglichen Geruch veranlasst. Ist jedoch bei grössern Etablissements zeitweise die Zufuhr so bedeutend, dass sie nicht bewältigt werden kann, so ist der Rohtalg entweder in gemauerten Gruben oder aber in Fässern mit Kochsalz zu schichten.

Ist die Fabrication von Stearinsäure mit der Talgschmelzerei verbunden, so kann unbeschadet der zu erzielenden Producte der Rohtalg mit Kalkmilch bespritzt oder aber mit zerfallenem Kalk bestäubt werden: durch beide Zusätze wird die eingetretene Fäulniss gehemmt und das frische Fett vor dem Eintritt dieser Zersetzung geschützt.

Die vom Fette abfliessende Salzlake darf nicht in Schlinggruben abgelassen werden; jedoch ist ihr Abfluss in öffentliche Canäle zu gestatten.

Die Erhaltung des Rohtalgs zum Zwecke der Darstellung von Speisefetten kann dadurch erzielt werden, dass das Fett in Bottichen mit Wasser, welchem 3—4% Sauerteig zugegeben, überschüttet wird.

Der Sauerteig erleidet hierbei eine fortlaufende Zersetzung, schützt aber dadurch die thierische Substanz vor der Einwirkung des Sauerstoffs. Die sich bildenden Säuren des Sauerteigs (Essig- und Milchsäure) lösen die thierischen Membranen u. s. w. auf und legen das Fett dadurch bloss, so dass beim nachfolgenden Ausschmelzen des Fettes verhältnissmässig wenig Rückstand bleibt: die so benutzten Wässer müssen aber wie gewöhnliche Mistjauche behandelt werden.

Das Ausschmelzen des Talgs ist ein in sanitärer Beziehung höchst wichtiger Gegenstand, da es unter Umständen die grösste Belästigung veranlassen kann; man hat sich vielfach bemüht, die damit verbundenen Nachtheile zu beseitigen.

Früher hat man auch beim Talgschmelzen den sogen. Saigerungsprocess angewendet, wobei man die Dämpfe behufs Fixirung der Fettsäuren kalkhaltige Medien passiren liess. Diese Methode hat sich jedoch nicht bewährt, insofern die dazu nothwendigen Apparate bei der Darstellung im Grossen nicht handlich sind und eine sehr leicht eintretende Verunreinigung des Fettes mit Alkalien für die Güte und Haltbarkeit des Products nachtheilig ist.

Beim Schmelzen auf freiem Feuer muss der Kessel mit einem Deckel sorgfältig geschlossen bleiben; letzterer muss auch mit einer Rührvorrichtung versehen sein, welche aus einer mitten im Kessel stehenden, unten mit Schaufeln und oben mit einer Kurbel versehenen Achse besteht.

Das sicherste Mittel, die Belästigung, welche durch die sich bildenden Dämpfe entsteht, zu beseitigen, besteht in ihrer Verbrennung. Bei kleinem Betriebe genügt es, wenn man eine gusseiserne Röhre mit einer Memme des Schmelzkessels verbindet und bis unter den Rost der Feuerung leitet: an ihrem untern Ende

hat dieselbe noch eine kleine Sförmig gebogene Abflussröhre mit Wasserverschluss für das condensirte Wasser. Selbstverständlich ist stets ein sorgfältiger Verschluss der Aschenfallthür nothwendig, um den Zug zu etabliren. Mehr empfiehlt sich jedoch, das für die Ableitung der Dämpfe bestimmte Rohr in das Mauerwerk des Schornsteins zu legen, damit sich die Wasserdämpfe möglichst wenig condensiren.

Bei grossartigen Talgschmelzereien ist es vorzuziehen, die Dämpfe durch brennende Kohlen eines besondern Desinfectionsofens zu leiten. Ein solcher vom Ingenieur *Foucon*[1]) angegebener Ofen ist z. B. in einer grossen Seifensiederei, in welcher 16 Kessel zum Ausschmelzen des Talges in Betrieb waren, eingeführt. Die Dämpfe dringen hierbei durch Schlitzen, welche in gleichen Zwischenräumen aus feuerfesten Steinen vertical errichtet sind, in getheilten Strahlen in ein bis zur Weissgluthhitze gebrachtes Gewölbe. Der günstige Erfolg dieses Princips scheitert, wie in den meisten Fällen dieser Art, an der zu starken Abkühlung der Wasserdämpfe auf ihrem Wege zum Verbrennungsofen. Diesem Uebelstande ist dadurch abzuhelfen, dass man die Dämpfe, ehe sie in die glühende Kohlenschicht eintreten, Röhren passiren lässt, welche mindestens bis zur dunklen Rothgluth erhitzt sind.[2])

Bei der dritten und vierten Methode wird der Wasserdampf anfangs mit grosser Vehemenz eingeblasen, um möglichst rasch das Fett zum Ausfliessen zu bringen. Ist die Temperatur bis auf 100° gestiegen, so entweichen die Dämpfe uncondensirt, weshalb beim Eintritt dieser Periode nur so viel Wasserdampf zuzulassen ist, dass sich die Temperatur auf dieser Höhe erhält.

Anfangs, wenn die Wasserdämpfe in das kalte Fett eindringen, wird die im Bottich und zwischen den einzelnen Fettstückchen befindliche Luft durch Wasserdampf verdrängt, welche nun mit den widerlichen Riechstoffen geschwängert mit grosser Kraft entweicht und zwar so lange, bis sämmtliche Luft durch Wasserdampf vertreten ist.

Der Geruch ist deshalb im Anfange des Ausschmelzens sehr bedeutend und lässt erst bei der Periode, wo das Fett 100° Temperatur erreicht hat und die Luft aus dem Apparate verdrängt ist, merklich nach.

Auch bei dieser Procedur ist stets die Unschädlichmachung resp. Verbrennung der mit Riechstoffen überladenen Dämpfe dringend geboten, obgleich man in den meisten Fabriken dieser Art in diesem Puncte sehr nachlässig ist. Wird hier gleichzeitig Schwefelsäure benutzt, so treten die übelriechenden fetten Säuren auf, wohingegen beim Zusatz von Aetzlauge sich mehr ammoniakalische Dämpfe entwickeln.[3])

Die häufigste Methode der Talgschmelzerei besteht in der neueren Zeit im Ausschmelzen des Talgs auf freiem Feuer unter Zusatz von Schwefelsäure. Der Schmelzkessel ist mit zwei Krahnen versehen, wovon der obere zum Auslassen des geschmolzenen Talgs und der untere zum Ablassen des Rückstandes dient. Um allen verschiedenen, sowohl alkalischen als sauren Producten, welche hier auftreten können, Rechnung zu tragen, leitet man nach Vohl[4]) die Dämpfe zuerst durch Calciumhydrat, welches auf Hürden in einem Kasten lagert, während sich die uncondensirten Gase und Dämpfe mittels einer oben im Kasten siebförmig durchlöcherten Röhre in einen Behälter senken, der mit Koks gefüllt ist, die man mit concentrirter Schwefelsäure getränkt hat. Zum Abfluss der condensirten Flüssigkeit ist sowohl am Kasten als am Koksthurm eine Sförmig gebogene Röhre angebracht. Schliesslich gelangt der Rest der etwa noch nicht condensirten Gase und Dämpfe aus dem Koksbehälter unter den Rost der Feuerung, wodurch zugleich der nothwendige Luftstrom im ganzen Apparat etablirt wird. Um den Inhalt des Kessels überblicken zu können, befindet sich am obern Deckel, am sogen. Mannloch, und in der Beschickungsthür eine Platte von Glimmer.[5])

Rückstände bei der Talgschmelzerei. Die beim Ausbraten resultirenden Rückstände heissen Grieben; man sucht sie durch starkes Auspressen von ihrem Fettgehalte zu befreien. Sie wurden in frühern Zeiten, wenn die Erhitzung beim

Ausschmelzen sehr hoch gewesen war, als Brennmaterial oder auch als Schweinefutter verwendet; heute bilden sie in manchen Gegenden einen Handelsartikel, welcher zur Darstellung von Schmiermitteln mittels der geeigneten Lösungsmittel (Benzol u. s. w.) extrahirt wird.

Der hierbei resultirende fettfreie Rückstand kann, wenn er keine wirkliche Verbrennung erlitten hat, zu thierischem Leim benutzt werden. Sonst wird er entweder zur Blutlaugensalzfabrication, zur Ammoniakbereitung, zum Cementiren des Stahls als stickstoffhaltige Kohle oder auch zur Darstellung von Dünger benutzt.

Die Grieben, welche bei der zweiten Methode des Ausschmelzens zurückbleiben, werden ebenso verwendet. Bei der dritten und vierten Methode erhält man eine wässrige Flüssigkeit, welche die thierischen Stoffe gelöst enthält und sich selbst überlassen höchst übelriechende und gefährliche Gase, wie Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium neben flüchtigen fetten Säuren, entwickelt.

Solche Flüssigkeiten dürfen weder in öffentliche Canäle noch in Schlinggruben abgelassen werden; am besten werden sie, mit Kalk und Erde versetzt, als Düngungsmittel benutzt.

In Russland wird der sibirische Talg in Pansen und Seronen (Kalbsfellen) verpackt, was für die dortigen Länder insofern noch ein besonderes sanitätspolizeiliches Interesse hat, als dadurch die Verbreitung von ansteckenden Thierkrankheiten veranlasst werden kann.

Das Bleichen und Härten des Talgs. Das Bleichen und Härten des Talgs, welcher gewöhnlich von graugelber Farbe ist, beruht auf einer Sauerstoffzufuhr; mag die Sauerstoffquelle Salpetersäure, Chromsäure oder Uebermangansäure sein, es wird sich stets ein Dampf entwickeln, welcher fast die ganze Gruppe der flüchtigen fetten Säuren enthält. Bei der Anwendung der Salpetersäure treten stets die Reductionsproducte derselben, Stickoxyd resp. Untersalpetersäure, in grosser Menge auf. Auch die Blausäure ist ein nie fehlender Bestandtheil; es muss deshalb diese Operation in geschlossenen Gefässen vorgenommen werden, um die sich entwickelnden Dämpfe durch Verbrennen zu vernichten.

Auch das Bleichen an der Luft kann, wenn es in grossem Massstabe geschieht, auf die Nachbarschaft sehr lästig einwirken, weil sich beim ranzigen Zustande der Fette die flüchtigen Fettsäuren in erhöhtem Grade bilden.

Am wenigsten Geruch tritt auf, wenn unterchlorigsaure Salze zum Bleichen benutzt werden. Zu diesem Zwecke schmilzt man den Talg in einer Pottaschenlösung (1 Th. Pottasche und 12 Th. Talg) und schüttet unter beständigem Umrühren in die warme flüssige Talgmasse eine Chlorkalklösung (1 : 7). Schliesslich fügt man zu der noch heissen Masse so viel mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser (1 : 20) hinzu, dass die Säure etwas verschlägt; man lässt dann das Ganze stehen, bis die gebleichte Masse über der Flüssigkeit schwimmt.

Bisweilen tritt hierbei eine Verbindung von Chlor mit Glycerin (Chlorhydrin) auf; dieselbe kann sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigen und höchst reizend auf die Schleimhäute der Arbeiter einwirken, weshalb die Manipulation unter einem gut ziehenden Schlot vorzunehmen ist.

Das Härten des Talgs geschieht durch Schmelzen mit verdünnter Schwefelsäure, mit Alaun oder mit Oxalsäure. Die beste Methode besteht jedoch darin, dass man die flüssigen Theile des Talgs ohne Anwendung von Pressung von den festen trennt. Da die festen krystallinischen Körper des Talgs einen höhern Schmelzpunct als die ölartigen Substanzen haben und auch der Erstarrungspunct bei erstern höher liegt als bei letztern, so führt man in der Technik auf Grund dieser Eigenschaften eine Trennung der flüssigen Theile des Talgs von den festen aus. Zu dem Ende wird der Talg in Portionen von 5—6000 Pfund in hölzernen Bottichen durch Wärmschlangen zum Schmelzen gebracht, dann verschliesst man die Gefässe sorgfältig und lässt sie 8—10 Tage lang in einem Raume stehen, dessen Temperatur 1—2° unter dem Schmelzpunct

des Talges liegt. Bei dieser ausserordentlich langsamen Abkühlung krystallisiren die festen Fettmassen in harten Körnern aus der flüssigen Masse heraus; sie setzen sich am Boden und an den Wandungen des Gefässes in grossen conglomeratischen, blumenkohlähnlichen Massen ab. Das flüssige Fett bleibt klar in der Mitte des Bottichs; man lässt es nun durch einen Hahn ab und schmilzt, nachdem die Krystallmasse abgetropft ist, mit Wasser.

Die geschmolzene Krystallmasse erstarrt beim Erkalten zu krystallinischen harten Broten, welche ohne Weiteres zur Darstellung der Stearin- (nicht Stearinsäure-) Lichter benutzt werden können.[6])

Die abgelassene ölartige Fettmasse nimmt beim vollständigen Erkalten die Consistenz des Schweineschmalzes an; lässt man dieselbe jedoch sehr langsam auf einige Grade unter ihrem Erstarrungspuncte erkalten, so erhält man eine neue Portion der krystallinischen Fette (Stearin resp. Palmitin). Auf diese Weise wird schliesslich ein neutrales Oel erzeugt, welches selbst bei starker Winterkälte nicht mehr gefriert; es ist das sogen. Talgöl, welches auch unter dem Namen von Spermacetöl, Spermöl, im Handel vorkommt und als Schmiermaterial für die zartesten und feinsten Maschinen, für Uhren u. s. w., benutzt wird.

Das Ausschmelzen des Schweineschmalzes ist mit fast gar keinen Unannehmlichkeiten verbunden, da das Schweinefett einen viel niedrigern Schmelzpunct als der Talg hat; es geschieht entweder über freiem Feuer oder, wie in Cincinnati, mittels gespannter Wasserdämpfe.

Ein betrügerischer Zusatz von Wasser während des Erstarrens des Schmalzes bringt ein schnelleres Ranzigwerden desselben hervor; man kann dies Wasser durch Umschmelzen und Zusatz von Kochsalz nachweisen und beseitigen.

Wachsindustrie.

Wachs wird von dem Körper der Arbeitsbienen als kleine Tröpfchen abgesondert, welche alsbald in Schuppenform erhärten; es dient zum Bau der Zellen und Vorrathskammern für den Honig. Ausserdem fliesst Wachs aus den Stämmen vieler Pflanzen als solches aus und kommt im Mineralreich als Ueberrest der untergegangenen Vegetabilien vor; so findet sich z. B. Wachs in der Paraffinkohle, welche in der Braunkohle vorkommt, und im Ozokerith (Erdwachs).

Das Bienenwachs besteht hauptsächlich aus dem Palmitinsäure-Melissyläther.

Unter den sehr verschiedenen Wachsarten ist noch zu nennen das chinesische Wachs, das Erzeugniss eines Insects (Coccus ceriferus), welches vorzugsweise aus Cerotinsäure-Cerotyläther besteht, sowie das japanische oder amerikanische Wachs von unbestimmtem Ursprunge.

Die Anfertigung resp. das Giessen der Wachskerzen ist im Allgemeinen mit keiner Gefährdung der Gesundheit verbunden; nur ist das Ausschmelzen des Wachses in sanitärer Beziehung beachtungswerth, da verschiedene Wachsarten beim Auskochen behufs Honiggewinnung giftige und flüchtige Stoffe aushauchen. So sollen im südlichen Frankreich schon Vergiftungsfälle durch Auskochen der Waben mit Wasser vorgekommen sein, und zwar weil die Bienenstöcke aus einer Gegend stammten, wo viele Giftpflanzen vorkommen. Im Allgemeinen wird angenommen, dass namentlich Solaneen Honig liefern, der beim Erhitzen eine narkotische Substanz abgibt.

Das **Bleichen des Wachses** geschieht auf zwei verschiedene Arten, entweder durch Bleichen an der Atmosphäre oder auch durch chemische Agentien; letztere Methode gibt zur Entwicklung höchst belästigender Dämpfe Veranlassung.

Bei der Anwendung von Salpetersäure werden neben Blausäure verschiedene flüchtige Fettsäuren und andere die Augen sehr reizende, aber in ihrer Zusammensetzung noch unbekannte Substanzen entwickelt.

Kaliumchromat und Schwefelsäure veranlassen das Auftreten verschiedener saurer Producte, welche auch unangenehm riechen, die Schleimhäute stark reizen, an den Kleidungsstoffen fest haften, in ihrer Zusammensetzung aber noch wenig oder gar nicht gekannt sind.

Chlor und unterchlorigsaure Salze dürfen nur mit grosser Vorsicht an-

gewendet werden, weil überhaupt die Fette leicht Chlorverbindungen bilden, welche beim Verbrennen Salzsäure entwickeln.

Bei der Anwendung saurer Oxydationsmittel sind auch die Waschwässer sauer und dürfen nur nach vorhergehender Neutralisation abgelassen werden.

Das beste Verfahren besteht im Bleichen mit Ozon resp. Terpentinöl, indem man Wachs mit Terpentinöl zusammenschmilzt, das Gemenge bändert und der Luft aussetzt[1])

Das Bleichen des Palmöls.

Das Palmöl, welches aus den Früchten verschiedener afrikanischer Palmarten gewonnen wird, enthält neben Olein den Palmitinsäure-Glycerinäther, das Palmitin; es besitzt einen orangerothen Farbstoff, der die Verseifung stört und deshalb beseitigt werden muss, wenn das Palmöl zur Darstellung von weissen Seifen oder Kerzenmaterial benutzt werden soll.

Hierzu dient das sogenannte Bleichen des Palmöls, welches auf nassem Wege mittels Oxydationsmittel oder durch Hitze bewirkt wird. Als Oxydationsmittel benutzt man Kaliumbichromat und Schwefelsäure, oder Braunstein und Schwefelsäure, wobei der frei werdende Sauerstoff den Farbstoff zerstört.

Auch kann man eine Mischung von Alaun und Salpeter, in Wasser gelöst, dem geschmolzenen Palmöl zusetzen; man mischt bis zur Emulsion und erwärmt dann auf 100°. Es tritt hierbei ein kräftiges Aufschäumen durch den sich entwickelnden Wasserdampf auf und die Fettmasse nimmt eine hellschwefelgelbe Farbe an; der Wasserdampf besitzt einen eigenthümlichen Veilchengeruch.

Das so gebleichte Palmöl erstarrt beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse und liefert beim Pressen ca. 10% mehr feste Fettsäuren als das auf anderm Wege gebleichte Palmöl.

Soll die Bleichung mittels dieser Substanzen beschleunigt werden, so setzt man der obigen Mischung noch Kochsalz zu; es tritt hierbei freies Chlor resp. Königswasser in Thätigkeit. Die sich nun entwickelnden Wasserdämpfe sind saurer Natur und enthalten Salzsäure; auch tritt ein eigenthümlich bitter schmeckender Stoff auf.

Gegenwärtig wendet man fast nur die Hitze zum Bleichen an. Dies Verfahren ist in England patentirt und rührt von Zier her, welcher das Palmöl über heisse eiserne, bis auf 200—300° erwärmte schief liegende Platten laufen lässt, um rasch eine so hohe Erhitzung zu erzielen.

Die Erhitzungsplatte ist in einem Abstande von 3—4 Zoll von einer andern Platte überdeckt; eine längliche, schlitzähnliche Oeffnung am obersten Theil dieser Platte resp. beim Einfluss des Oels steht mit dem Feuerungskamine in Verbindung. Es werden dadurch die sich entwickelnden flüchtigen Producte, namentlich die Acroleindämpfe, gezwungen, durch den Schornstein zu entweichen.

Der hierbei entstehende Nachtheil besteht darin, dass sich bisweilen die brennbaren flüchtigen Zersetzungsproducte entzünden, wodurch kleine Explosionen entstehen. Der belästigende Geruch ist alsdann zwar nicht in der Fabrik, aber in einiger Entfernung davon um so mehr wahrnehmbar; es ist deshalb die vollständige Beseitigung dieser übelriechenden Dämpfe durch Verbrennen vorzuziehen.

Man bedient sich auch gusseiserner Kessel zum Bleichen des Palmöls und erhitzt ungefähr bis zu 280°; dabei verschwindet die orangerothe Farbe plötzlich und das Oel wird fast farblos, während sich schwarze Flocken abscheiden; auch bei dieser Methode treten Acroleindämpfe in grosser Menge auf.

Da hierbei keine Wasserbildung stattfindet, so kann man die Dämpfe in einen besondern Sammelkastsn und von hier aus mittels des Zuges eines Schornsteins durch die Flamme eines besondern Desinfectionsofens leiten.

Seifenindustrie.

Die Bereitung der Seifen ist eine der ältesten chemischen Processe, denn man findet sie schon bei den ältesten Völkern Hochasiens. Schon die Aegypter waren damit vertraut und Stellen im Jeremia (II. 22) und im Propheten Maleachi (III. 2) scheinen ebenfalls darauf hinzuweisen; jedenfalls schreibt

Plinius die Erfindung der Seife mit Unrecht den alten Galliern zu. Trotz des hohen Alters der Seife wurde der eigentliche Vorgang beim Seifenprocess erst 1813 durch Chevreul erkannt, indem er zuerst die Spaltung der Fette resp. die Verseifung nachwies und die Spaltungsproducte darstellte.

Der Verseifungsprocess zerfällt hiernach in zwei Theile: 1) in die Darstellung der Base und 2) in die Verseifung selbst.

1) Darstellung der Base. Ausser den Alkalien, alkalischen Erden und der concentrirten Schwefelsäure vermögen auch Blei-, Zink-, Kupferoxyd u. s. w. die Spaltung der Fette hervorzurufen. Nicht minder kräftig wirken auch die Schwefellebern, die man in der jüngsten Zeit in der Technik eingeführt hat, bei denen sich jedoch der Nachtheil einer sehr starken Schwefelwasserstoffentwicklung ergibt.

Die wichtigste Rolle bei der Seifenfabrication spielen jedoch die ätzenden Alkalien; ihre Lösungen nennt man Laugen und gehört ihre Darstellung zu den wichtigsten Operationen der Seifensiederei.

In der frühesten Zeit benutzte man dazu die Asche des Brennholzes, bis man die Darstellung der Pottasche und Soda aus den Pflanzenaschen kennen lernte; aus diesen kohlensauren Alkalien erhält man die ätzenden Laugen, wenn man erstern gebrannten Kalk zusetzt. Die Kohlensäure des kohlensauren Salzes tritt an den Kalk und die klare Lösung erhält dann das freie Alkali.

Dieser Process wird den Seifensiedern sehr lästig, insofern er eine grosse Menge grosser Gefässe und einen gewissen Aufwand von Zeit erfordert; dazu kommt auch noch die Sorge für die Wegschaffung des dabei auftretenden Calciumcarbonats, welches stets mit Aetzkalk und geringen Mengen von caustischen Alkalien vermischt ist.

In sanitärer Beziehung ist namentlich darauf zu sehen, dass diese Massen nur in wasserdichten oder cementirten Behältern oder Gruben aufbewahrt werden, weil grade der Gehalt derselben an caustischen Alkalien ihr schnelles Durchsickern in den Boden bedingen würde; hierdurch können eventuell nahe gelegene Brunnen verunreinigt und verdorben werden, wenn ihnen ausser den Alkalien selbst die durch diese gelösten organischen Substanzen zugeführt werden.

Bei der Concession von Seifensiedereien ist deshalb diesem Umstande stets eine grosse Aufmerksamkeit zu widmen. Dieser Abfall kann übrigens ganz gut verwerthet werden, weil er in seinem Alkaligehalt ein gutes Düngungsmittel bietet, indem er aufschliessend auf die Mineralsubstanzen des Bodens einwirkt; selbstverständlich muss er vorher mit vegetabilischen Stoffen vermengt werden und auf Composthaufen gestanden haben.

In neuerer Zeit werden diese caustischen Alkalien vielfach in der Form sehr concentrirter Laugen von chemischen Fabriken geliefert, wodurch ihre höchst lästige Fabrication für die Seifensieder wegfällt.

Zu den verschiedenen Fettarten, welche in der Seifenfabrication benutzt werden, gehören 1) die thierischen Fette; das Ochsenfett, der Rindstalg, das Unschlitt kommt vorzüglich aus Russland, Dänemark, Polen, Italien und Südamerika in den Handel. Nur die geringern Sorten des Talgs werden für die Seifenfabrication benutzt, wohingegen der geläuterte und gebleichte Rindstalg mehr als Kerzenmaterial Verwendung findet. Der Hammeltalg ist weisser und härter als Rindstalg; nur die geringern Sorten desselben gelangen in die Seifenfabriken; der Hirschtalg ist die feinste und schönste Sorte. Das Beinfett, Beinschmalz der Knochensieder, sowie das Pferdefett werden häufig von Seifensiedern benutzt, während das Olein aus den Stearinsäurefabriken zur Darstellung der Schmierseife gebräuchlich ist. Ist dasselbe auf dem Wege der Destillation gewonnen worden, so enthält es stets brenzliche Producte und Acrolein, welche sich bei der Saponification verflüchtigen und deshalb beim Kochen der Schmierseife zu sehr unangenehm riechenden Dämpfen Veranlassung geben; hierdurch ist diese ganze Seifenfabrication in üblen Ruf resp. Geruch gekommen. Der Fisch- oder Leberthran theilt in ungereinigtem Zustande der Schmierseife einen unangenehmen Geruch mit, während er gereinigt zu theuer ist. Der Wallrath dient vorzugsweise als gutes Kerzenmaterial.[1])

2) Pflanzenöle und Pflanzenfette. Zu denselben gehören das Oliven- und Mandelöl, das Madiaöl, das Rüböl, Hanföl, Leinöl, das Oel aus den Kernen der Sonnenblumen, das Erdnussöl und das Palmkernöl.

Das Palmöl, eine butterartige, orangegelbe Masse von veilchenartigem Geruche, ist ein sehr bedeutender Handelsartikel und wird in rohem Zustande bei der Schmierseifenfabrication, als gebleichtes zur Palmitinkerzenfabrication verwendet.

Das Cocosnussöl kommt nur bei der Darstellung der harten Seifen zur Anwendung; sein fester Bestandtheil heisst Cocin.

2) Die Verseifung. Der Verseifungsprocess gestaltet sich, wenn Aetzalkalien zu Fetten treten, nach folgendem Schema:

$$\text{Fett} = \left\{ \begin{matrix} \text{Stearinsaures} \\ \text{Oelsaures} \end{matrix} \right\} \text{Glycerin und Natriumhydrat:}$$

$$\left. \begin{matrix} C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3 \\ C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3 \end{matrix} \right\} + 3\,NaHO \text{ geben}$$

$$\left. \begin{matrix} \text{Stearinsaures} \\ \text{Oelsaures} \end{matrix} \right\} \text{Natrium und Glycerin:}$$

$$\left. \begin{matrix} 3\,C_{18}H_{35}O_2Na \\ 3\,C_{18}H_{33}O_2Na \end{matrix} \right\} + C_3H_5(OH)_3.$$

Das Glycerin findet sich stets in der Unterlauge.

Obgleich die Verseifbarkeit ein Hauptcharakter der fetten Substanzen ist, so tritt die Zersetzung doch bei einigen Fetten leichter als bei andern ein. Palmöl und Cocosnussöl enthalten die fetten Säuren theilweise schon im freien Zustande, weshalb sie sich am leichtesten verseifen lassen; beim Talg und Olivenöl muss die Zersetzung erst durch die Lauge hervorgerufen werden. Noch schwieriger verseifen sich Rüb-, Lein- und Hanföl und am allerschwierigsten die Fette der Amphibien.

Die Oelsäure, welche als Nebenproduct bei der Stearinsäurefabrication auftritt und dort genauer besprochen werden wird, kann sich schon mit kohlensauren Alkalien verseifen; ebenso verhält es sich mit dem Colophonium, welches vorzugsweise aus einer Harzsäure, der Pininsäure, besteht und zur Darstellung der Harzseife dient. Da aber bei diesen beiden Körpern das Auftreten von Glycerin fehlt, so kann auch hier im eigentlichen Sinne des Wortes von keinem Verseifungsprocess die Rede sein.

Unterscheidung der Seifen. Man unterscheidet 1) die Seife nach der angewendeten Base in Natron-, Kali- und Kalkseife; 2) nach der Art des gebrauchten Fettes in Talg-, Oel-, Thran-, Cocosnussölseifen u. s. w.; 3) nach ihrer Consistenz in harte und weiche Seifen; 4) nach ihrer technischen Darstellung in Kernseife, geschliffene und gefüllte Seife.

Oel- und Kaliseifen sind stets weicher als Natron- und Talgseifen. Zu den Oelseifen gehören die spanische, französische, alicantische und venetianische Seife. Die härteste Seife ist die Natrontalgseife.

Alle Kaliseifen sind weicher und die Oelkaliseife ist am weichsten. Die aus Pottasche resp. aus Kali gesottenen Seifen nennt man vorzugsweise Schmier- oder Geléeseifen.

In Gegenden, wo Natron theuer ist oder nicht gut beschafft werden kann, bereitet man zuerst eine Kaliseife durch Kochen der Fettsubstanzen mit Aetzkalilauge. Dieselbe würde beim Erkalten eine gallertartige Masse bilden, setzt man aber zur heissen Seifenlösung Kochsalz zu, was man das Aussalzen der Seife nennt, so findet ein einfaches Umsetzen statt, indem die frühere Kaliseife in Natronseife übergeht und sich an Stelle des Kochsalzes Chlorkalium bildet:

Fettsaures Kalium und $NaCl$ geben fettsaures Natrium und KCl.

Wird keine hinreichende Menge Kochsalz zugesetzt, so erhält man Gemische von Kali- und Natronseife. Die Lauge, welche unter der gebildeten Seife steht, ist die Unterlauge, die ausser dem Chlorkalium und dem Glycerin noch etwas Chlornatrium, Aetzkali, Aetznatron und Seife enthält.

Dampft man diese Unterlauge in eisernen Pfannen ab, so erhält man ein Residuum, welches in frühern Zeiten als Seifensiederfluss eine grosse Rolle spielte, da derselbe bei der Glasfabrication, bei der Darstellung von Glasuren, zum Präcipitiren des Alaunmehls in Alaunsiedereien und zum Waschen grober Tuche vielfach benutzt wurde. Auch zur Düngung saurer Wiesen hat man den Seifensiederfluss grade

wegen seines Gehalts an Chloralkalien benutzt; es soll hierdurch eine üppige und kräftige Vegetation der Wiesenpflanzen hervorgerufen werden, wenn man dabei mit Sachkenntniss verfährt. Seitdem man in unsern Tagen namentlich in Deutschland, England und Frankreich vorzugsweise mit Natron arbeitet, begegnet man auch dieser chlorkaliumhaltigen Unterlauge, mithin auch dem Seifensiederfluss, bei weitem nicht so häufig mehr.

Wo das Abdampfen der Unterlauge noch geschieht, hat man in sanitärer Beziehung darauf zu achten, dass dasselbe in Kesseln mit doppeltem Boden oder mittels Dampfheizung geschehen muss. Erfolgt nämlich in Folge einer zu hohen Hitze ein Anbrennen des Glycerins, so entwickeln sich massenhafte Acroleindämpfe, welche zu den grössten Belästigungen führen. Glücklicherweise spielt hier das Interesse des Fabricanten mit, weil es ihm auf die Gewinnung von Glycerin ankommt; zu diesem Zwecke darf die Hitze stets nur eine Temperatur von 106° R. erreichen.

Das Abdampfen auf freiem Feuer ist deshalb nicht bloss aus sanitätspolizeilichem, sondern auch aus pecuniärem Interesse unzulässig. Wo diese beiden Interessen sich begegnen, da findet man auch bekanntlich am ehesten eine Willfährigkeit der Fabricanten in Anordnung der zweckmässigsten Massregeln.

In Frankreich ist die Fabrication der Oelseifen, in England die der Palmölseifen und in Deutschland sowie im nordöstlichen Theil von Europa die der Talgseifen vorherrschend.

Fabrication der harten Seifen.

Man unterscheidet bei der Darstellung der harten Seifen im Allgemeinen folgende Operationen:

1) Die eigentliche Saponification; hierunter versteht man das Kochen und Garkochen der Seife. Da die Zerlegung eines Fettes durch Alkalien erst allmählig geschieht, so hat sie gleichsam mehrere Stadien zu durchlaufen.

Der Seifensiedekessel besteht in seinem untern Theile aus einem runden, eisenblechernen Kessel mit flachem Boden, welcher direct durch das Feuer erhitzt wird. Um aber das Ueberkochen der Seife zu vermeiden, erweitert er sich nach oben kegelförmig; dieser Theil heisst Sturz und ist von Holzdauben oder Mauerwerk umgeben. Am Boden verläuft durch das Mauerwerk ein Rohr mit Hahn zum Ablassen der Unterlauge, wenn es sich um Darstellung der Talgnatronseife resp. Kernseife handelt. Man füllt den Kessel mit der Lauge und dem Talg und kocht mehrere Stunden lang; das Product wird ziemlich dünnflüssig und durch ausgeschiedene wasserfreie Seife trübe. Um zu unterscheiden, ob die Trübung durch unverseiftes Fett oder Oel oder durch ausgeschiedene wasserfreie Seife veranlasst wird, nimmt man die Probe, indem man einige Tropfen davon in Regen- oder destillirtes Wasser fallen lässt; bei Abwesenheit von unverbundenem Fett muss sich das Product klar lösen. Ist letzteres nicht der Fall, so muss noch Lauge zugefügt werden.

2) Das Klarsieden. Indem man fortwährend umrührt, wird das Product dickflüssig und wasserhell, wovon der Ausdruck: Klarsieden herrührt; die gebildete Seife heisst jetzt Seifenleim.

Derselbe zieht lange Fäden und erstarrt in der Kälte zu einer undurchsichtigen Masse, welche keine Lauge abscheidet. Nach dem Klarsieden wird die Seife entweder auf den Kern gesotten, geschliffen oder gefüllt.

3) Das Sieden auf den Kern. Wird der Seifenleim in's Sieden gebracht, so schäumt er unter Wasserabgabe stark auf. Bei einer gewissen Concentration der Lauge aber entweicht der Dampf mit Heftigkeit oder das Seifengut poltert auf. Letzteres wird trübe, weil die Lauge so concentrirt geworden ist, dass sie die Seife nicht zu lösen vermag; es ist alsdann Zeit, Probe zu nehmen, wenn man Kernseife haben will. Wenn sich die Seife nämlich zu einem festen Span ausdehnen lässt, dann ist die Operation beendigt und man beginnt mit dem Ausfüllen in die Kühlbutten, welche aus Bohlen zusammengesetzte und durch Keile zusammengehaltene Kasten darstellen. Wenn die Seife hart geworden ist, entfernt man die Seitenwände.

Die Seife erstarrt gewöhnlich unter Abgabe einer dunkelbraunen, sämmtliches Glycerin enthaltenden Unterlauge. Die Seife erhält ein krystallinisches Gefüge; es bilden sich gleichsam kleine krystallinische Kerne oder Körner darin, woher der Name

Kern- oder Körnseife herrührt. Bei diesem Sieden auf den Kern findet leicht ein Anbrennen statt, weshalb man gegenwärtig den Seifenleim meist nicht mehr abdampft, sondern durch Zusatz von Meisterlauge (der stärksten Lauge von 11° B.) die Abscheidung der Seife befördert. Dies geschieht besonders in Frankreich bei der Darstellung der Baumöl- oder Marseiller Natronseife. Man gebraucht dort vielfach eine stark salzhaltige Lauge; weil die Steuer auf Kochsalz noch ziemlich hoch ist, bezieht man dieselbe aus den Sodafabriken, für welche der Salzpreis ermässigt worden ist.

Das Aussalzen mit Kochsalz, wodurch ebenfalls eine Verstärkung der Lauge und das raschere Abscheiden der Seife erzielt wird, kann selten entbehrt werden, weil sonst die Seife missfarbig wird, wenn die Unterlauge zu stark gefärbt ist und zu lange mit dem Seifengute in Berührung bleibt.*)

Die abfallende Lauge kann man zur Darstellung von Glycerin benutzen, das in diesem Falle fast alle färbenden Bestandtheile enthält.

4) Das Schleifen der Seife. Das Kochsalz besitzt die merkwürdige Eigenschaft, die neutrale Seife in fast trocknem Zustande auszuscheiden; man setzt dasselbe daher zu, um nicht zu viel Brennmaterial behufs Abdampfung des überflüssigen Wassers zu verschwenden. Wendet man nun eine verdünnte Salzlösung beim Sieden auf den Kern an, so bleibt mehr Wasser in der Seife zurück und man erhält die „geschliffene Seife". Sie unterscheidet sich somit von der Kernseife nur durch einen grössern Wassergehalt.

Die Seife verliert aber dadurch die Fähigkeit zu krystallisiren und eine Marmorirung anzunehmen. Die reinsten Aetzalkalien enthalten nämlich stets noch Eisen- und Kupferoxyd, welche die Seife durch alle Stadien der Fabrication begleiten und sich erst in der Kühlbutte abscheiden, wodurch sie die sogen. Marmorirungen veranlassen. Bei einer wasserhaltigen Seife erfolgt aber ihre Erstarrung viel langsamer, so dass die metallischen Unreinigkeiten Zeit zum Absetzen gewinnen. Bei der ächten Kernseife begünstigt man die Marmorirung, indem man die Masse vor dem Erkalten mit einem eisernen Stabe schlägt, was man das Kerben der Seife nennt.

Durch den häufigen Gehalt der käuflichen Soda an Schwefeleisen bilden sich bei der Seife anfangs meistens graugrüne Marmorirungen, welche erst allmählig in rothbraune übergehen. Künstlich marmorirt man nicht selten die geschliffenen Seifen mittels Zinnober und Ultramarin.

In Frankreich setzt man auch häufig während des Siedens der Baumölseife etwas Eisenvitriol zu, um besonders schöne Marmorirungen hervorzurufen; ebenso unschädlich ist das Marmoriren mit Colcotar, Schwärze und Mangansuperoxyd. Leider benutzt man aber zum Färben der harten Seifen nicht selten Bleichromat, was in sanitärer Beziehung wohl zu beachten ist. Früher gebrauchte man auch Schweinfurter Grün zum Grünfärben; die grüne Farbe geht aber leicht in eine gelbliche über, daher kommt dieses Färbemittel gegenwärtig glücklicherweise weniger zur Anwendung.

In neuester Zeit gebraucht man zum Rothfärben Anilinfarben, wobei man auf die Möglichkeit des Arsengehaltes derselben Rücksicht zu nehmen hat. Zum Gelbfärben der Seifen ist das sogenannte Martiusgelb unter den verschiedensten Namen ein Handelsartikel geworden; dasselbe kann ohne Nachtheil benutzt werden, da es in keiner Beziehung giftige Eigenschaften besitzt.

Immerhin ist bei dem heutigen Standpuncte der Industrie auch dem Färben der Seife stets die gehörige Aufmerksamkeit zu widmen.

5) Das Füllen der Seife. Man hat die Erfahrung gemacht, dass man dem mit Natronlauge bereiteten Seifenleim noch stets eine gewisse Menge Wasser resp. verdünnte Lauge zusetzen kann, ohne dem Aussehen der Seife dadurch wesentlich zu schaden. Bei der bekannten Sucht, nur wohlfeil zu kaufen, benutzen die Seifenfabricanten diese Thatsache und fabriciren sehr häufig nur „gefüllte Seifen", d. h. solche Seifen, welche nicht so weit ausgesalzen werden, dass sich die Unterlauge vom Seifenleim abscheidet; man setzt deshalb beim Sieden so lange verdünnte Lauge oder kalkfreies Wasser hinzu, dass sich beim Erkalten keine Lauge ausscheidet.

*) Diese Procedur des Aussalzens unterscheidet sich vom Aussalzen der Kaliseife dadurch, dass hier kein Austausch von Kali gegen Natron stattfindet.

Da die Unterlauge wesentlich aus Wasser resp. verdünnter Lauge und Chloralkalien besteht, so charakterisiren sich gefüllte Seifen durch ihren vermehrten Wassergehalt.

In wärmern Gegenden führt dieser Umstand keinen weitern Nachtheil mit sich, als dass eine geringere Quantität Fett zur Darstellung dieser Seifen verwendet worden ist. Im frischen Zustande erscheinen sie vollkommen hart und trocken, in kältern Gegenden gefriert aber das Wasser, welches solche Seifen enthalten, leicht zu Eisklümpchen; thauen diese auf, so zeigen die Seifen auf den Durchschnittsflächen grosse Löcher, grade wie man sie bei durchgeschnittenem Schweizerkäse beobachtet. Ganz besonders wird Cocosnussöl zur Fabrication der gefüllten Seifen benutzt, da die Cocosnussölseife auch bei einem bedeutenden Wassergehalt noch ziemlich hart und trocken bleibt. In den meisten Fällen gebraucht man Cocosnussöl als Zusatz zu Palmöl und Talg, um es damit zu verseifen.

Palmölseifen. In England ist die Verseifung des Palmöls nicht selten ein Nebenzweig der Sodafabriken, um die Mutterlaugen, welche reich an Aetznatron und Kochsalz sind, zu verwerthen. Nicht selten wird dem Palmöl Harz (Colophonium) zugesetzt oder man vermischt fertige Harzseife mit der Palmölseife.

Darstellung der harten Seifen auf kaltem Wege. Diese Methode kommt gegenwärtig nicht selten zur Anwendung. Sapo medicatus wird stets aus reinem Mandel- oder Olivenöl mit starker Aetznatronlauge entweder in der Kälte durch Zusammenrühren oder bei mässiger Wärme bereitet.

Bei der Benutzung von Fetten erwärmt man durch Einleiten von Dampf bis zu 80° C., um dieselben bloss zum Schmelzen zu bringen. Die auf diese Weise bereiteten Seifen enthalten zwar viel Wasser und einen Ueberschuss von ätzenden Alkalien, sind aber hinreichend trocken und hart. Die Darstellung hat keine sanitären Bedenken.

Seifenessenzen sind alkoholische Seifenlösungen mit wohlriechenden Oelen; Opodeldoc ist eine kampherhaltige Seifenessenz.

Fabrication der weichen Seifen oder Schmierseifen, Savons mous.

Unter Schmierseife versteht man eine Kaliölseife, wobei Oel und Pottaschenlauge zu einem Seifenleim gesotten wird, welcher nach dem Erkalten keine feste, sondern eine weiche Masse bildet; sie stellen eigentlich nur Lösungen von Kaliölseifen in überschüssiger, mit dem ausgeschiedenen Glycerin gemischter Kalilauge dar. Wegen ihrer leichtern Vertheilung auf die Stoffe, ihrer alkalischen Beschaffenheit und leichten Löslichkeit wird sie in der Technik vorzugsweise zum Walken, Entfetten des Tuchs und bei den meisten wollenen Stoffen benutzt. Da bei ihrer Fabrication nach dem Klarsieden sogleich das Garkochen folgt, welches in einer Art von Abdampfung besteht, so kann es vorkommen, dass sich bei der Anwendung von schwachgradiger Pottasche sehr übelriechende und belästigende Dämpfe entwickeln. Bei dieser Operation werden nämlich die schwer löslichen Salze der Pottasche, z. B. Kaliumsulfat, Chlorkalium, Kalium- und Natriumphosphat ausgeschieden; lagern sich nun die Salze am Boden des Kessels an, so veranlassen sie hier ein Anbrennen der sich verdickenden Seife, der Seifensieder sagt dann: „der Kessel schmaucht“. Die sich dabei entwickelnden Dämpfe haben einen höchst penetranten Geruch und bestehen vornehmlich aus dem Zersetzungsproduct des Glycerins, aus Acrolein.

Wird die Schmierseife aus Thran bereitet, so entwickelt sich schon beim blossen Kochen Trimethylamin. Beim Rüböl entstehen schwefelhaltige Kohlenwasserstoffe und beim Leinöl bildet sich ausser diesen schwefelhaltigen Verbindungen noch ein bestimmter Kohlenwasserstoff, welcher zwar einen unangenehmen, aber nicht penetranten Geruch hat, dessen Natur noch nicht genau bekannt ist. Nach *Atzbaecher* ist er ein neutraler Kohlenwasserstoff, welcher sich höchst schwierig oxydirt; keinesfalls ist der Geruch so widerlich wie beim Versieden von Thran, Talg, Beinschmalz und Leimfett.

Gar keine Belästigung macht das Palmöl oder das Olein desselben, wenn es nicht durch Destillation gewonnen worden ist.

Wegen der hohen Fettpreise hat man in der neuesten Zeit alle möglichen Surrogate benutzt. Zu diesen gehören reines Weizen- oder Kartoffel-Stärkemehl

oder gradezu Roggen-, Buchweizen-, Weizenmehl und fein geriebene Kartoffeln. Diese Substanzen werden vorher mit Lauge behandelt, wodurch eine klare, seifenleimartige Substanz erzielt wird: ausserdem setzt man statt der gewöhnlichen Lauge noch Wasserglas oder Infusorienerde zu.

Dr. *Vohl* hat unter 38 Schmierseifenproben nur 7 reine und unverfälschte gefunden. Bei der schlechten Waare hat er 13,16% Wasserglas, 2,6% Kartoffelmehl, 55,3% Kartoffelmehl und Wasserglas, 10,5% Kartoffelmehl, Wasserglas und Infusorienerde nachgewiesen.

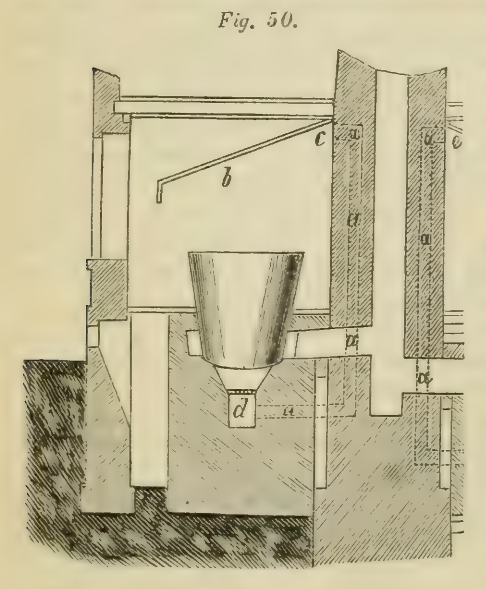
Der Fettgehalt dieser Schmierseifen sinkt auf 20—30% Fett herab, während eine gute Seife wenigstens 40% Fett besitzen muss. Wird eine mit Wasserglas verfälschte Schmierseife benutzt, so tritt die Kieselerde in fester Form aus, welche beim Reiben der Wäsche mechanisch einwirkt und die Faser des Gespinnstes in bedeutendem Grade angreift; dieselben Folgen entstehen bei dem Zusatz der Infusorienerde.[2])

Der Stärkemehlzusatz erfordert eine Vermehrung der caustischen Lauge, welche in freiem ätzenden Zustande bleibt und daher beim Waschen nicht nur namentlich die Woll- und Seidenstoffe, sondern auch die Farben der Kleider angreift.

Zusatz von Harz ist wohl minder als Betrug anzusehen, da dasselbe stark reinigende und gut schäumende Seifen liefert: auch verdeckt es den Geruch mancher fetten Oele, namentlich des Thrans.

Sanitäre Massregeln. Seifenfabriken belästigen am meisten, wenn der Fabrication der Seife das Talgschmelzen vorhergeht. In dieser Beziehung sind alle Vorsichtsmassregeln zu beachten, welche bei der Talgindustrie überhaupt zur Sprache kommen; in den meisten Seifensiedereien werden nur die präparirten Fette gebraucht. Immerhin ist eine Seifensiederei keine angenehme Nachbarschaft, weshalb sie in sehr volkreichen Stadtvierteln nicht zu dulden ist. Thran- und Seifensiedereien gehören nach § 16 der Gewerbe-Ordnung für das Deutsche Reich zu denjenigen Anlagen, welche die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde bedürfen. Vor Errichtung derselben ist deshalb das Concessionsverfahren einzuleiten, was als dringend nothwendig erscheint, um vorher das Verfahren bei der Fabrication kennen zu lernen, da sich nur dann die grössern oder geringern Belästigungen dieser Fabriken beurtheilen lassen. Was bezüglich der Bereitung der Laugen zu beachten ist, ist schon oben (S. 465) erörtert worden. Das einzige Mittel, die bei der Seifenfabrication üblen Gerüche zu vermeiden, besteht in der Verbrennung der sich entwickelnden Dämpfe.

Fig. 50.



Will man dieselben direct unter den Rost der Feuerung leiten, so muss man stets die Vorsicht gebrauchen, dass die zuleitenden Röhren nicht unter den Siedepunct des Wassers abgekühlt werden, weil sich sonst die Wasserdämpfe condensiren und zu reichliche Wasserausscheidung veranlassen würden. Die betreffenden Röhren müssen deshalb durch das Mauerwerk des Ofens geleitet werden, damit sie die nothwendige Temperatur behalten. Bei sehr grosser Anlage ist die Construction eines besondern Desinfectionsofens nöthig.

Fig. 50 stellt eine Einrichtung zum Verbrennen der Dämpfe dar, welche sich beim Sieden von Schmierseife als ganz vortrefflich bewährt hat und auch bei der Fabrication der harten Seifen unter den gehörigen Modalitäten benutzt werden kann. *a* stellt einen Canal von 5 Zoll lichter Weite dar, welcher im untern Gemäuer des Kamins angebracht ist, oben bei *c* mit dem hölzernen Dampffang *b* in Verbindung steht und nach unten unter den Rost in den Raum *d* mündet. Dieser Raum muss mit einer eisernen Thür hermetisch verschlossen bleiben. Wegen dieses hermetischen Verschlusses muss alle zur Verbrennung nothwendige atmosphärische Luft durch den Canal *a* zufliessen und aus dem obern Theile des Dampffanges entnommen werden. Es muss sich demnach ein kräftiger Luftzug über dem Siedekessel nach dem Canal *a* hin etabliren, welcher alle Dämpfe mit sich unter den Rost führt; durch die Verbrennung derselben wird jeder üble Geruch zerstört.

Besondere Arten von Seifen.

Toiletteseifen. Man gebraucht dazu gute Baumölsodaseifen, welche die Parfümeurs häufig selbst sorgfältig aussalzen, um jeden Gehalt an freiem Alkali oder andern Unreinigkeiten zu beseitigen. Das Parfüm liefert man durch Zumischen der betreffenden ätherischen Oele; seltner stellt man sie direct durch Benutzung der reinsten und besten Materialien dar.

Die gestossenen und polirten Seifen werden auf mechanischem Wege angefertigt, indem man die Seifen mittels besonderer Maschinen in Späne verwandelt, diese mit den ätherischen Oelen übergiesst und dann die ganze Masse zwischen Walzen zu breiten Tafeln malaxirt.

Transparentseifen erhält man, wenn man eine reine Talgseife fein schabt, sorgfältig trocknet und dann in kochendem, starkem Spiritus auflöst, welcher wieder abdestillirt wird.

Medicinische Seifen. Es werden in dieser Beziehung viele kostspielige Spielereien getrieben. Es gehören hierher die Theer-, die Jod-, die Campherseifen u. s. w.; die Kiesel- und Bimsteinseifen erzeugen einen mechanischen Hautreiz. Zu erwähnen sind noch die Glycerinseife, die Wollseife (aus Scheerwolle und Kalilauge u. s. w.), die Fischseife (aus Fischen, Talg und Harz), die Knochenseife (Harzseife mit Knochengallerte oder Calciumphosphat mit Leim und Alkali).

Unlösliche Seifen. Sie bilden sich mit Hülfe der meisten Metalloxyde und stellen alsdann die nach dem betreffenden Metalloxyde genannten Pflaster dar; so hat man Mangan-, Zink-, Zinn-, Blei-, Quecksilber- und Kupferseifen resp. -Pflaster.

Die Goldseife kann bei der Glanzvergoldung auf Porcellan und die Silberseife als haarfärbendes Mittel gebraucht werden.

Stearinfabrication.

Gewöhnlich geschieht die Ausscheidung von Stearin durch Auspressen des Talges. Zu diesem Zwecke wird der Talg im Dampfbade ausgeschmolzen, dann abgekühlt und im Erstarrungsmoment beständig umgerührt, bis die Masse die Temperatur von 30° R. erreicht hat, welche hierauf zollhoch in einer Presse zwischen Tüchern oder Filzen schichtweise ausgebreitet und einem allmählig steigenden Drucke ausgesetzt wird.

Das Stearin bleibt zwischen den Tüchern zurück und wird zusammengeschmolzen; das theils abgeflossene, theils durch Auskochen der Tücher in heissem Wasser gewonnene Olein beträgt ungefähr 20—25% des angewendeten Talgs und kann für Seife und als Brennöl benutzt werden.

Eine andere Methode besteht noch darin, den schmelzenden Talg mit Terpentinöl zu versetzen, wodurch aber das Stearin durch das zurückbleibende und sich verharzende Terpentinöl gelb wird und nachher noch durch Kochen mit Beinkohle und Filtriren gereinigt werden muss.

Stearin wurde zuerst von *de Milly*, dem König der Stearinfabricanten, 1831 zu Paris an der Barrière de l'Etoile als Kerzenmaterial verwendet, weshalb man seine Kerzen bougies de l'Etoile oder auch *Milly's* Kerzen nannte.

Neuerdings wird jedoch hauptsächlich die Stearinsäure dazu benutzt, weil ihr Schmelzpunct höher liegt und beinahe dem des Wachses gleich ist; auch ist die hierbei gewonnene Oleinsäure besser zu verwerthen, weil sie schon kalt verseift werden kann.

Hinsichtlich der Leuchtkraft stehen die Stearinlichter ebenfalls den Stearinsäurelichtern nach, weil bei erstern das Kerzenmaterial seinen ganzen Gehalt an

Glycerin, welches ebenfalls zur Verbrennung kommt, noch enthält. Da dasselbe bei seiner Zersetzung im Dochte eine gewisse Menge blasiger Kohlentheilchen ausscheidet, so wird das Aufsaugungsvermögen des Dochtes und dadurch die Leuchtkraft beeinträchtigt. Auf der andern Seite bietet der hohe Hydratwassergehalt des Glycerins eine bedeutende Absorptionsquelle für die während des Brennens erzeugte Wärme; es muss demnach der in der Flamme ausgeschiedene Kohlenstoff einen minder hohen Hitzegrad erreichen und deshalb die Flamme minder leuchtend werden.

Auf dieselbe Weise wie der Rindertalg auf Stearin und Stearinsäure bearbeitet wird, werden auch das Palmöl, das Cocosnussöl und das Schweineschmalz zur Darstellung von Beleuchtungsmaterialien benutzt.

Stearinsäurefabrication.

Da die blosse mechanische Scheidung des Stearins vom Olein bezüglich der Stearinfabrication ein ungenügendes Resultat lieferte, so ging man dazu über, nur Stearinsäure im Grossen darzustellen, indem man zuerst durch eine Saponification die Spaltung der Fette, d. h. die Trennung der Fettsäuren von den Fettalkoholen bewirkte und alsdann durch Pressung die flüssigen von den festen Fettsäuren trennte. In Deutschland wird vorzüglich der billigere Rindstalg, in England Palmöl benutzt. Man hat mehrere Methoden, nach welchen man das Kerzenmaterial resp. die Stearin- oder Palmatinsäure darstellt.

Man unterscheidet: 1) die **Verseifung der Fette durch Kalk**. Sie zerfällt in drei Stadien: in die eigentliche Verseifung, die Zersetzung der Kalkseife durch Salz- oder Schwefelsäure und in die Trennung der flüssigen und festen Fettsäuren mittels Pressung.

a) Behufs Verseifung wird der Talg oder das Palmöl in mit Blei ausgefütterten hölzernen Bottichen durch eingeleitete Wasserdämpfe zum Schmelzen gebracht und alsdann unter beständigem Umrühren mit Kalkmilch versetzt.

Das Sieden dauert 6—8 Stunden. Es entsteht eine unlösliche Kalkseife, während Glycerin in eine wässrige Lösung übergeht, welche auch die Kalksalze der flüchtigen übelriechenden Fettsäuren enthält; hierdurch entsteht am wenigsten Belästigung für die Adjacenten, obgleich jede Stearinsäurefabrik auch bei der grössten Sorgfalt mit mehr oder weniger Unannehmlichkeiten für die zunächst gelegenen Wohnungen verknüpft ist.

b) Die Zersetzung des dicken Breies von fettsaurem Calcium mittels verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure erfolgt, nachdem die Masse abgelassen worden; die Operation bezweckt die Ausscheidung der Fettsäuren aus der Kalkseife.

Nach dem Zusatze der Schwefel- oder Salzsäure tritt sogleich die fette Säure wegen ihrer specifischen Leichtigkeit auf die Oberfläche des Wassers, während sich gleichzeitig Gips resp. Chlorcalcium bildet.

Diese Zerlegung geschieht gewöhnlich in denselben Bottichen, in welchen die Verseifung stattgefunden hat; auch wird die Erwärmung durch den eingeleiteten Dampf meistens noch einige Stunden fortgesetzt. Man lässt nun die Flüssigkeit einige Zeit stehen, damit sich die geschmolzenen fetten Säuren auf der Oberfläche ansammeln und der Gips sich zu Boden senkt. Die fetten Säuren werden dann in einen mit Blei gefütterten Bottich abgelassen und hier einer Kochung mittels Wasserdämpfe unter Zusatz von verdünnter Schwefel- oder Salzsäure und zuletzt einer einfachen Waschung mit Wasser unterworfen, um sie von Kalk, Gips und Säure zu befreien.

Schliesslich giesst man die fetten Säuren in Kapseln oder Formen von Weissblech aus, damit sie hier erstarren und krystallisiren.

Den nicht fest gewordenen Theil, welcher vorzugsweise aus Oel- und Stearinsäure besteht, presst man in hydraulischen Pressen.

c) Behufs Trennung der festen und flüssigen Fettsäuren wird die erstarrte Masse nun zuerst einem kalten, alsdann einem warmen Pressen unterworfen.

Das Pressen geschieht mittels hydraulischer Pressen; zum kalten Pressen bedient man sich der gewöhnlichen hydraulischen Presse, zum warmen Pressen sind besondere Pressen nöthig; namentlich wendet man hohle, durch Dampf heizbare Pressplatten an.

Zur Aufsammlung der abfliessenden Oelsäure dienen unter dem Presstische angebrachte Sammeltrichter. Meistens folgt auf das warme Pressen noch eine Läuterung der festen fetten Säuren durch Schmelzen in mit Blei ausgefütterten Bottichen mittels Dampfes unter Zusatz einer sehr verdünnten Schwefel- oder Salzsäure und hierauf durch 2—3maliges Waschen mit sodahaltigem Wasser, um alle Säure wiederum zu entfernen.

Schliesslich wird nun die Fettsäure abermals in Blechformen ausgegossen, um sie an Kerzenfabriken zu verkaufen, wenn die Verarbeitung derselben zu Kerzen nicht in der Fabrik selbst erfolgt.

Das beim Pressen abgeflossene flüssige Fett ist die Oelsäure und heisst im gewöhnlichen Leben Olein. Es enthält noch gewisse Mengen der festen Fettsäuren aufgelöst, weshalb es als Schmieröl für Maschinentheile nicht anwendbar ist, namentlich nicht für Messing, Glockengut, Eisen und Zink, weil die Oelsäure befähigt ist, das 20fache ihres Volumens an Sauerstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen und auf die leicht oxydabeln Substanzen zu übertragen. Dagegen ist sie, wie schon erwähnt worden, ein vortreffliches Material für Schmierseife, da sie sich augenblicklich verseift, wenn sie mit freien oder kohlensauren Alkalien in Berührung kommt.

Das Forschen nach einem brauchbaren säurefreien Schmieröl hat die Industriellen vielfach beschäftigt, da es namentlich für den regelmässigen und ungestörten Gang der Spinnmaschinen von grosser Bedeutung und für Uhren, manche physicalische Instrumente u. s. w. unentbehrlich ist.

Um nun neben Stearinsäure nicht Oelsäure, sondern neutrales Olein, d. h. ölsaures Glycerin zu erhalten, presst man den Talg vor der Saponification ab; das auf diese Weise gewonnene flüssige Fett ist säurefrei und ein vorzügliches Schmieröl. Die Engländer und Amerikaner arbeiten nach dieser Methode in grossen Dimensionen. Dieses Oel ist geruch-, geschmack- und fast farblos, kommt im Handel als Schmalzöl vor, wird aber auch häufig fälschlich für Spermacetöl verkauft. In Cincinnati wird namentlich das Schweineschmalz auf diese Weise bearbeitet, woher auch der Name Schmalzöl kommt. Das abgepresste Schweineschmalz wird der Saponification unterworfen, die Seife durch Säuren zersetzt und in Palmitinsäure übergeführt, welche als Kerzenmaterial verwendet wird.

Uebrigens ist zu bemerken, dass behufs Darstellung des Kerzenmaterials das Olein resp. die Oelsäure nicht vollständig abgesondert zu werden braucht, da sowohl Stearin als auch Stearinsäure für sich zu spröde sind, um zu Kerzen verwendet zu werden, deshalb werden sie auch in der Regel mit 10—12 % Wachs oder Paraffin zusammengeschmolzen.

de Milly hat die Kalksaponification dadurch verbessert, dass er den Kalkzusatz beinahe um die Hälfte verminderte und auf das Gemisch Dampf von 182 ° C. (10 Atm. Druck) einwirken liess; er erreicht dadurch den Vortheil, dass das Umrühren wegfällt.

2) Die Verseifung durch Schwefelsäure und darauf folgende Dampfdestillation. Bei der directen Behandlung der Fette mit Schwefelsäure bildet sich Glycerinschwefelsäure, wobei sich die fetten Säuren ausscheiden.

Schon *Achard* kannte 1777 die Thatsache, dass die Fette durch concentrirte Schwefelsäure ähnlich wie durch Alkalien zersetzt werden, aber erst 1836 klärte *Fremy* diesen Process näher auf. Zuerst wurde diese Methode im Grossen durch *Gwynne* im Jahre 1840 ausgeführt. Sie hat den grossen Vortheil, dass sie bei allen Fetten, auch bei den schlechten und unreinen, bei dem aus den Haushaltungen abfallenden, bei aus Knochen gewonnenem Fett, bei den Rückständen aus Olivenöl, bei Abfällen aus Schlächtereien, bei dem aus den Seifenwässern durch Schwefelsäure erhaltenen Fett, beim Palmöl, Cocosnussöl u. s. w. Anwendung findet.

Ihr Nachtheil besteht darin, dass die Belästigung solcher Fabriken für die Adjacenten sehr gross und niemals ganz zu vermeiden ist; auch ist die Qualität der gewonnenen flüssigen Fettsäure, des Oleins, viel geringer als die des bei der Kalksaponification gewonnenen Oleins, weil ersteres durch die Destillationsproducte, durch Acrolein u. s. w., verunreinigt ist. Die Methode der Kalksaponification wird daher noch nicht ganz in Wegfall kommen; es bleibt sogar fraglich, ob sie nicht künftig wieder in den Vordergrund treten wird.

Bei der Verseifung mit Schwefelsäure unterscheidet man ebenfalls drei Phasen:

a) Die Verseifung mit Schwefelsäure geschieht in der Weise, dass

der Talg in mit Blei ausgefütterten Bottichen durch Wärmschlangen geschmolzen und nach der Natur der Fette mit 5—15% concentrirter Schwefelsäure vermischt wird.

Gewöhnlich geht aber hierbei ein Umschmelzen des Talgs behufs Reinigung desselben voraus, eine Procedur, die oft viele unangenehme Gerüche entwickelt und deshalb alle Beachtung verdient.

Die Einwirkung der Säure auf den Talg wird durch Rührvorrichtungen begünstigt und dauert zwischen 14—18 Stunden; während dieser Zeit entwickeln sich weniger flüchtige Fettsäuren als grosse Quantitäten schwefliger Säure. Ihre Entstehung beruht theils auf der Einwirkung der Schwefelsäure auf die im Talg noch enthaltenen Unreinigkeiten (Häute u. s. w.), theils auf der Zerstörung der Glycerinschwefelsäure durch die Wärme. Die Höhe dieser Temperatur schwankt in den verschiedenen Fabriken von 115—177° C.

b) Das Ablassen der Glycerinschwefelsäure und das Waschen der Fettmasse. Man kühlt die Masse einige Stunden lang ab und scheidet die Fettmasse von dem harzigen Säureabsatz (Glycerinschwefelsäure) ab. Dieser wird mit Wasserdämpfen und siedendem Wasser gewaschen, um von der Schwefelsäure vollständig befreit zu werden. Diese Operation ist gewöhnlich mit grosser Belästigung für die Adjacenten verbunden, da die flüchtigen Fettsäuren neben schwefliger Säure in grossen Mengen auftreten und bisweilen auch mit Spuren von Acrolein verbunden sind.

Nach der Natur des benutzten Rohmaterials ist selbstverständlich der üble Geruch mehr oder weniger intensiv; am schlimmsten ist in dieser Beziehung der Bockstalg. Palmöl und Cocosnussöl liefern keine unangenehmen Gerüche, kommen aber selten rein, sondern meistens in Verbindung mit Talg zur Verwendung.

c) Die Destillation der Fettsäuren ist nothwendig, da sie bei der Abscheidung mit Schwefelsäure durch harzige Substanzen verunreinigt und schwarz gefärbt sind. Sie werden zunächst in ein Reservoir geleitet, das mit einem Mantel umgeben ist, in welchem warmes Wasser die Temperatur der Fettsäure auf 45—50° C. erhält, wodurch noch Wasserreste und andere Beimischungen ausgeschieden werden.[1])

Diese geklärte Flüssigkeit wird in einer flachen Schale erhitzt und mittels eines Rohrs in die Destillirblase abgelassen, welche in einem Sand- oder Bleibade liegt; die Destillation erfolgt unter Mitwirkung überhitzter Wasserdämpfe von 250—300°. Sobald die Temperatur der Fettsäuren auf 250° gestiegen ist, werden die Wasserdämpfe mittels eines Rohrs eingeleitet, das in einen Kranz endigt, aus welchem der Dampf durch viele kleine Oeffnungen in die flüssigen Fettsäuren gepresst wird.

Durch die hindurchstreichenden warmen Wasserdämpfe wird die Verflüchtigung der Fettsäuren bewirkt, die durch ein Zwischengefäss in die Kühlschlange gelangen. Das Zwischengefäss dient zur Aufnahme und zum Ablassen der im Anfange der Destillation mit übergerissenen unreinen Theile. Die Kühlschlange darf nur so weit abgekühlt werden, dass das Fett noch flüssig bleibt.

Aus der Kühlschlange fliessen die Fettsäuren durch eine Röhre in eine Vorlage mit zwei Abtheilungen. Die leichtern Fettsäuren schwimmen auf der Oberfläche des Wassers in der ersten Abtheilung, das Wasser dringt dagegen unter der Zwischenwand hindurch in die zweite Abtheilung; mittels besonderer Hähne werden die Fettsäuren und das Wasser abgezogen. Neuerdings hat man zu den verschiedenen Operationen statt der Apparate von Kupfer auch solche von Schmiedeeisen benutzt.

Bei dieser Destillation tritt stets viel Acrolein auf. Ist die Fettmasse nicht gehörig ausgewaschen worden, sind derselben noch Schwefelsäure- resp. Glycerinschwefelsäuretheilchen beigemengt, so entwickelt sich auch noch mehr oder weniger schweflige Säure.

Schliesslich folgt noch ein Auswaschen der destillirten Masse mit Wasserdämpfen, da nur die ersten Producte direct zur Kerzenfabrication benutzt werden können; namentlich beim Palmöl sind die ersten Producte der Destillation so fest, dass sie keiner Pressung bedürfen; letztere wird aber bei den zuletzt übergehenden Partien nothwendig, da sie noch flüssige und gefärbte Säuren enthalten. Die Presskuchen werden in Kufen mit kalkfreiem Wasser umgeschmolzen.

Die Zersetzung der Fette mittels Schwefelsäure liefert die grösste Ausbeute an Stearinsäure; sie wird daher trotz der grossen Belästigung noch immer beibehalten. Beim Talg soll man 60—66 %, beim Palmöl 75—80 % und bei den Olivenölabfällen 47—50 % Stearinsäure erhalten.

Die Destillationsrückstände lässt man mittels eines mit einem Hahn versehenen Hebers ab, so lange sie noch flüssig sind. Ihre Consistenz hängt von der Beschaffenheit des verarbeiteten Rohmaterials ab und variirt zwischen einem flüssigen Theer und dicken Extract. Ihre saure oder nicht saure Natur hängt von der Sorgfalt ab, mit der man das Auswaschen der sauren Fette besorgt hat. Im erstern Falle behandelt man sie mit Calciumhydrat und benutzt sie in grossen Fabriken häufig zur Darstellung von Leuchtgas; die nicht sauren Rückstände verwendet man zu Schmiermaterialien.

3) **Die Zersetzung der Fette durch Einwirkung von Wasser bei erhöhtem Drucke und gesteigerter Temperatur.** Diese Methode wurde zuerst technisch von Tilghmann in England im Jahre 1854 ausgeführt, obschon zu gleicher Zeit auch Berthelot in Paris die Thatsache bekannt machte, dass das Wasser bei einer Temperatur von 180° und einem Druck von 10—15 Atmosphären die neutralen Fette in ihre Bestandtheile zu spalten vermag.

Der ursprüngliche Apparat scheint nur für Versuchs-Operationen bestimmt gewesen zu sein; später construirten Payen und Wilson einen Apparat für die Ausführung im Grossen.

Bei diesem Verfahren werden die fetten Säuren und das Glycerin in getrennten Schichten erhalten. Nach Beendigung der Operation und auch häufig während derselben entströmt durch das Ventil eine Menge Gase und Dämpfe, welche mit flüchtigen Fettsäuren und Acrolein beladen sind.

In neuerer Zeit hat man die Erfahrung gemacht, dass bei dieser Methode eine grosse Gefahr der Explosion vorhanden ist: dieselbe soll öfter stattfinden, ohne dass man eine Ursache dafür angeben kann. Das Zerschmettern der Apparate erfolgt gewöhnlich dann, wenn die Temperatur im Kessel und demnach auch die Spannung in demselben zu hoch gestiegen ist und man durch Oeffnen des Ventils diesem Umstande entgegentreten will.

Höchst wahrscheinlich ist die Ursache der Explosion darin zu suchen, dass durch den beim Oeffnen des Ventils aufgehobenen Druck die Dampferzeugung plötzlich so massenhaft eintritt, dass das Gefäss dem Druck dieser Dämpfe nicht widerstehen kann.

Der neueste Apparat ist von *Wright* und *Fouché* construirt worden und besteht aus zwei übereinander stehenden und durch Röhren verbundenen kupfernen Kesseln, wovon der obere der Dampfregenerator ist und der untere zur Zersetzung der Fette dient.

4) **Die Verseifung mittels überhitzter Wasserdämpfe.** Diese Methode kommt vorzugsweise in England, gegenwärtig aber auch in Deutschland zur Ausführung, nachdem Wilson und Gwynne die passenden Destillationsapparate dafür construirt haben. Auch bei dieser Methode ist es möglich, die fetten Säuren und das Glycerin unzersetzt zu destilliren, wenn man die dazu nothwendige Temperatur strenge innehält.

Die Temperatur der Retorten, in welchen die Destillation vor sich geht, muss durch directe Feuerung zwischen 290—315° C. gebracht werden, während der durch eine schmiedeeiserne Röhre zugeführte Dampf genau auf 315° erhitzt werden muss. Steigt die Temperatur höher, so zersetzt sich das Fett und es tritt eine massenhafte Entwicklung von Acrolein auf; ist sie niedriger, so erfolgt die Zersetzung des Fettes sehr langsam. Die aus den Retorten entweichenden Dämpfe verdichten sich in einer Kühlschlange.

5) **Die Fabrication mittels Zinkchlorids.** L. Krafft und Tessié du Motay haben die Beobachtung gemacht, dass sich Chlorzink als wasserentziehendes Mittel ebenso gut wie Schwefelsäure zur Verseifung eignet. Beim Vermischen von neutralem Fett mit wasserfreiem Chlorzink tritt bei einer Temperatur von 150—200° C. eine vollständige Vermischung beider Stoffe ein. Man wäscht mit

warmem Wasser aus und unterwirft das erhaltene Fett der Destillation, wobei sich nur wenig Acrolein bildet.

Die Waschwässer nehmen alles gebrauchte Chlorzink auf, welches durch Abdampfen wieder gewonnen werden kann und muss, wenn man nicht durch ihren freien Abfluss die verschiedensten Gefahren herbeiführen will.

Durch dies Abdampfen entstehen aber neue Kosten, weshalb diese Methode nur in Ländern Aufnahme finden kann, in denen, wie z. B. in Australien und Südamerika, die Schwefelsäure sehr theuer ist.

Sanitäre Massregeln. Bei der **Kalksaponification** richtet sich das Auftreten der Gerüche bloss nach der Beschaffenheit des Talgs.

Die von der Kalkseife herrührenden Wässer enthalten, je nachdem eine Säure in Anwendung gekommen ist, Chlorcalcium neben freier Salzsäure oder Gips neben freier Schwefelsäure; sie dürfen daher niemals ohne Weiteres zum Abfluss gelangen, sondern müssen vorher neutralisirt werden, wenn man nicht über einen grossen Wasserlauf gebieten kann.

Bei der **Schwefelsäureverseifung** ist 1) das Ausschmelzen des Talgs aus den Fässern für die Adjacenten oft ausserordentlich belästigend, namentlich wenn ein übelriechender Talg zur Verarbeitung gelangt. Es sind alle Vorsichtsmassregeln, welche beim Talgschmelzen bereits hervorgehoben worden sind (Einleiten der Dämpfe in den Schornstein, Verbrennen u. s. w.), erforderlich und bei Ertheilung einer Concession speciell vorzuschreiben.

2) Beim Zusetzen der concentrirten Schwefelsäure zum Fett ist es sehr schwierig, die Menge der sich entwickelnden schwefligen Säure unschädlich zu machen.

In einigen französischen Fabriken befindet sich folgende Einrichtung. Die Zersetzung der Fette mit Schwefelsäure erfolgt in einem Kessel von Kupferblech oder auch von Eisen, der mit Blei ausgeschlagen ist. Gespannte Wasserdämpfe von 100—115° C. werden seitlich und unten in den den Kessel umgebenden Mantel geleitet, während das Condensationswasser und der überschüssige Dampf durch ein am Boden des Mantels angebrachtes Rohr abgelassen werden kann. Ueber dem Kessel befindet sich ein mit Blei ausgeschlagener Aufsatz von Eisenblech, der mit einem Deckel versehen ist, in welchem sich zwei Beobachtungsfenster und ein Mannloch zum Füllen des Apparats befinden. Seitlich von diesem Aufsatze führt ein weites Rohr die übelriechenden Gase und Dämpfe in eine Feuerung.

Bei diesem Verfahren gelangen zwar die Fettsäuren zur Verbrennung, die schweflige Säure wird aber unverändert in den Schlot gelangen und die Adjacenten belästigen. Es würde sich daher mehr empfehlen, die Dämpfe in Koksthürme zu leiten, in denen Kalkmilch den eindringenden Dämpfen entgegenfliesst; sie können neben dem Schornstein angelegt und nach oben in denselben geschleift werden, um den erforderlichen Zug zu bewirken. Die Koks können wieder zum Verbrennen benutzt werden, wenn sich aus dem schwefligsauren Calcium allmählig Gips gebildet hat.

Will man andere Absorbentia für die schweflige Säure (s. S. 154) benutzen, so hat man hierbei noch die abgehenden fettsauren Dämpfe in die Feuerung zu leiten, obgleich ihre Menge bei dieser Procedur nicht bedeutend ist.

3) Die Verarbeitung der abgelassenen Glycerinschwefelsäure auf Glycerin geschieht meist in den Stearinsäurefabriken selbst. Nach der Ausscheidung der Schwefelsäure durch Kalk müssen die eisernen Abdampfpfannen beim Abdampfen des Glycerins mit einem hölzernen Kasten versehen werden, um die Dämpfe zu sammeln und mittels eines Abzugsrohrs in die Dampfkesselfeuerung zu leiten, da sie mit sehr widerlichem Geruche behaftet sind und die grösste Belästigung erzeugen (s. Glycerinindustrie).

Der Schwerpunct liegt überhaupt in der Herstellung von Einrichtungen, die das Sammeln der auftretenden Dämpfe möglich machen.

4) Werden die Fettsäuren in eisernen, mit Blei ausgefütterten Kasten durch Einblasen von Wasserdämpfen gewaschen und dann nochmals mit heissem Wasser nachgewaschen, so treten viele flüchtige Fettsäuren, schweflige Säure und Acrolein auf.

Diese Operation ist eine der unangenehmsten und erfordert ganz besonders Sammelkasten, welche die Dämpfe in die Feuerung leiten. Ueber die bei der Wäsche abfallenden sauren Wässer siehe Glycerinindustrie.

5) Bei der Destillation des so behandelten Fettes mittels überhitzter Wasserdämpfe entwickelt sich vorzugsweise Acrolein, welches in Folge der noch vorhandenen Glycerinschwefelsäurereste stets mit schwefliger Säure verbunden ist; die Verbrennung der Dämpfe ist daher auch hier angezeigt. Um dies zu ermöglichen, müssen die Abflussröhren, aus welchen das Destillat fliesst, sowie das Sammelgefäss selbst mit einem gemeinschaftlichen Verschlag versehen werden, um die Acroleindämpfe zu sammeln und zur Feuerung zu leiten.[2])

Ueberall, wo ein starkes Erhitzen der Fettmassen mit Wasser stattfindet, z.B. auch bei der dritten und vierten Methode der Stearinsäurefabrication, entsteht sehr viel Acrolein. Es ist daher zweckmässig, sofort nach beendigtem Processe, mag man nun nach der zweiten, dritten oder vierten Methode verfahren haben, Dampf durch die betreffenden Apparate zu leiten, um auf diese Weise alle Acroleindämpfe zu entfernen resp. zu verbrennen.

Bei der Destillation ist dies Verfahren absolut nothwendig, weil hier die Entfernung des dicken, theerartigen Destillationsrückstandes entweder durch das Mannloch oder durch Oeffnungen am Boden des Kessels, welche während der Destillation mit Platten und Stellschrauben verschlossen sind, geschehen muss; ohne vorhergehende Wegnahme der Acroleindämpfe würde man den Adjacenten hierbei die grössten Belästigungen bereiten.

Hat der theerartige Rückstand im Kessel eine flüssige Beschaffenheit, so kann er nach dem Erkalten durch ein Abflussrohr, einen Heber oder auch Dampfdruck aus dem Kessel entfernt werden. Dieses Ablassen muss aber stets in geschlossenen Gefässen, welche mit einem Sand- oder Wasserverschluss versehen sind, vorgenommen werden.

6) Wird die abdestillirte Stearinsäure zum Schlusse nochmals mit Wasserdämpfen ausgewaschen, so entwickelt sich immer noch so viel Acrolein, dass es in der angegebenen Weise in die Feuerung zu leiten ist.

7) Wenn die Stearinsäure in Tafeln gegossen, gepresst und der Läuterung unterworfen worden ist, so wird sie noch mit Wasser unter geringem Zusatz von Natriumcarbonat gewaschen, dann entwässert und entweder in Tafelform gebracht oder zur Lichterfabrication benutzt. Die betr. Waschwässer sind unschädlich.

Die Darstellung der Kerzen bietet kein sanitäres Interesse dar und geschieht meistens mittels besonderer Giessmaschinen; auch zum Abschneiden und Poliren der Kerzen gebraucht man Maschinen. Noch ist der Umstand zu berücksichtigen, dass die Stearinsäurekerzen, wenn sie nicht aus gehörig gereinigtem Material angefertigt worden sind, beim Verbrennen schweflige Säure entwickeln können. Auch werden manche Kerzen gefärbt; Farben, wie chromsaures Blei und Schwefelarsen zum Gelbfärben, Schweinfurter Grün zum Grünfärben oder Zinnober zum Rothfärben sollten polizeilich verboten werden.[3])

Nach *Dankworth*[4]) soll die Gesundheit der Arbeiter in Stearinsäurefabriken durch eine Verstaubung oder Verdunstung der Stearinsäure während der Behandlung resp. Verkochung der Fettsäure mit Wasserdampf gefährdet werden. Diese Annahme ist ohne Zweifel unbegründet, da die Stearinsäure nicht erheblich flüchtig ist und das Verstauben nie in einer Höhe vorkommt, welche den Arbeitern in den gewöhnlichen Fällen als Athmungszone dient; und sollte die Stearinsäure wirklich von den Respirationswegen aufgenommen werden, so wird sie eine nachtheilige Wirkung nicht auszuüben vermögen.

Viel nachtheiliger kann die schweflige Säure, namentlich wenn sie in grosser Menge auftritt, einwirken: die sanitären Nachtheile derselben in Stearinsäurefabriken sind noch viel zu wenig gewürdigt worden. Ihr schädlicher Einfluss auf die Brustorgane wird glücklicherweise durch die vielen Wasserdämpfe, welche in solchen

Räumen stets verbreitet sind, gemildert. Ebenso verhält es sich mit dem Acrolein, dessen reizende Einwirkung auf die Lungen nach den Versuchen an Thieren (s. S. 434) zweifellos ist. Man findet daher auch bei den Arbeitern in Stearinsäurefabriken vorzugsweise die Brustcatarrhe vertreten, an deren Entwicklung übrigens auch die grossen und zugigen Fabrikräume Schuld tragen.

Die Flüchtigkeit der Stearinsäure ist zwar auch nicht in Abrede zu stellen, sie gibt sich aber nur in einem sehr geringen Grade kund. In einer Stearinsäurefabrik, welche seit 15 Jahren täglich 100 Centner reine Stearinsäure darstellte, konnte nur ein leichter Anflug davon am Dachgebälke wahrgenommen werden. Jedenfalls bedingt sie ein rasches Oxydiren von Eisen, Kupfer, Zink und Blei, wenn diese Metalle in solcher Weise mit ihr in Berührung kommen.

Ein nachtheiliger Einfluss der schwefligen Säure auf die Vegetation der nächsten Umgebung fällt nicht auf; der Grund davon mag auch in ihrer grossen Verdünnung mit den Wasserdämpfen und deshalb in ihrem schnellern Uebergang in Schwefelsäure beruhen.

Die Adjacenten haben am meisten von den widerwärtigen Gerüchen zu leiden, welche manche sensible Constitution in einer beständig krankhaften Stimmung erhalten, auch Uebelsein, Ekel und Anorexie hervorzurufen vermögen. In Städten oder Vorstädten sollte man solche Fabriken nie dulden und bei Ertheilung einer Concession niemals die beständigen Belästigungen, welche solche Fabriken den Adjacenten bereiten, aus den Augen verlieren oder gering achten. Grade in solchen Fällen ist die Grenze zwischen Belästigung und sanitärem Schaden sehr schmal und eine Trennung beider Zustände oft ganz unmöglich.

Hat man ein Gesuch um die Concession zur Anlage einer Stearinsäurefabrik zu prüfen, so folgt aus dem bisher Erörterten, dass es sich hierbei um zwei wichtige Fragen handelt: 1) ist die Natur der Materialien zu berücksichtigen, die zur Verwendung kommen; 2) ist die Methode der Fabrication genau zu erörtern, um die damit verbundenen Belästigungen in jedem concreten Falle beurtheilen zu können.[5])

Glycerinindustrie.

Die grosse Bedeutung, welche das Glycerin in neuester Zeit erlangte, hat auch verschiedene Darstellungsweisen hervorgerufen, welche sämmtlich darauf basiren, dass man es durch Zerlegung resp. Haltung der öl- oder fettsauren Verbindungen als Nebenproduct gewinnt. Seine Darstellung hängt daher auf das innigste mit der Seifen- und Stearinsäurefabrication zusammen.

Man hat somit zu unterscheiden die Gewinnung des Glycerins 1) bei der Kalksaponification in den Stearinsäurefabriken. Gegenwärtig bereitet fast nur Russland das Glycerin nach dieser Methode. Die hierbei abfallenden Wässer, welche das Glycerin enthalten, werden mit einer sehr verdünnten Oxalsäurelösung ihres Kalks beraubt, während das kalkfreie Filtrat zur Abscheidung der überschüssigen Oxalsäure mit geschlemmter Kreide (Calciumcarbonat) versetzt wird.

Wenn kein Aufbrausen mehr stattfindet, wird die Flüssigkeit in's Sieden gebracht und mit einigen Procenten guter Thier- oder Knochenkohle bis zur Entfärbung der Flüssigkeit behandelt; hierauf wird die Glycerinlösung in Vacuumpfannen oder in offenen Pfannen mittels circulirender Wasserdämpfe eingeengt.

Ein solches Glycerin kann keine schädlichen metallischen Beimengungen enthalten; höchstens kann es aus der Knochenkohle, wenn diese nicht vollständig gereinigt war, Kalk aufnehmen.

Auch der ganze Process liefert keine für die Arbeiter schädlichen Gase und Dämpfe; es ist daher zu bedauern, dass diese Darstellungsweise durch die saure Saponification verdrängt worden ist.

2) Die Gewinnung des Glycerins in den Seifenfabriken geschieht durch die Behandlung der Unterlauge (s. Seifenfabrication), in welcher sich das Glycerin befindet. Man dampft diese bei 100° ein, wodurch sich schon eine Menge Salze abscheiden; der Rest der Carbonate wird durch Salz- oder Schwefelsäure neutralisirt.

Die gebildeten Salze scheiden sich beim spätern Eindampfen fast vollständig ab;

die vom Salzrückstande getrennte syrupsdicke Flüssigkeit wird durch Bleichen mit Chlor oder durch Destillation mit überhitzten Wasserdämpfen gereinigt.

Zur Chlorbleiche, wobei leicht Chlor in Verbindungen zurückbleibt, gebraucht man Chlorkalk und Schwefelsäure. Unter den Chlorderivaten fehlt nie Chlorhydrin und eine andere Chlorverbindung, welche sich in Flocken absetzt, einen ätherartigen, höchst unangenehmen Geruch und einen anfangs sauren, später widrig zusammenziehenden Geschmack besitzt. Ein solches Glycerin darf daher in der Medicin oder in Haushaltungen nicht benutzt werden.

3) Glyceringewinnung bei der sauren Saponification. In Stearinsäurefabriken wird die von den Fettsäuren getrennte Glycerinschwefelsäure durch Kochen mit überschüssigem Kalk zerlegt; es bildet sich auf der einen Seite Gips, welcher zum Düngen zu benutzen ist, und auf der andern Seite bleibt Glycerin neben Kalk in Wasser gelöst.

Da die Einwirkung der Schwefelsäure nicht bloss ein Spalten der fettsauren Glycerinverbindungen veranlasst, sondern auch tiefer greifende Zerstörungen der organischen Substanzen hervorruft, so sind in dieser wässrigen Glycerinauflösung eine grosse Menge der verschiedenartigsten Zersetzungsproducte der Fette enthalten. Auch sind die Verunreinigungen der Schwefelsäure, namentlich Arsen, in diese Flüssigkeit mit übergegangen, trotzdem dass Kalk in Ueberschuss vorhanden war. Es muss deshalb das Glycerin, nachdem die Entwässerung durch Abdampfen stattgefunden, mit überhitzten Wasserdämpfen destillirt werden.

Diese Gewinnungsweise des Glycerins ist daher umständlicher und kostspieliger, abgesehen davon, dass alle durch die Schwefelsäure erzeugten Zersetzungsproducte bei der Destillation mittels überhitzter Wasserdämpfe auftreten. Zu diesen gehören besonders Acrolein und eine Reihe flüchtiger, übelriechender und die Umgegend stark belästigender Körper. Das Glycerin selbst ist weder zu medicinischen noch ökonomischen Zwecken brauchbar; dasselbe kann zwar durch mehrmalige Destillation gereinigt werden, steigt aber auch dadurch im Preise.

Die sauren Wässer, welche in Stearinsäurefabriken und speciell bei der beregten Darstellung des Glycerins entstehen, sind sehr zu beachten, da sie viel Unheil anrichten, wenn sie frei abgelassen werden.

In ersterer Beziehung sind es die sauren Wässer, welche bei der Wäsche der Fettsäuren entstehen und noch mehrere Setzkasten passiren müssen, um die in ihnen etwa noch vorhandene Stearinsäure zu gewinnen. Weder diese noch die bei der Zersetzung der Glycerinschwefelsäure abfallenden sauren Wässer dürfen jemals ohne Neutralisation in Schlinggruben abgelassen werden, weil sie sonst unbedingt die benachbarten Brunnen verderben und zwar durch die Einwirkung der in ihnen noch enthaltenen Schwefelsäure, welche den Boden durch die Bildung von Sulfaten auflockert und hierdurch das Eindringen der Wässer in das benachbarte Erdreich erleichtert.

Enthalten die bei der Zersetzung der Glycerinschwefelsäure entstehenden sauren Wässer noch Reste der Glycerinschwefelsäure, so kann das Glycerin frei werden, wenn solche Wässer beim Durchsickern durch den Boden alkalische Erden finden. Geht das Glycerin dann durch Berührung mit faulenden Substanzen, welche als Ferment wirken, in Gährung resp. Fäulniss über, so liefert es Zersetzungsproducte, zu denen vorzugsweise Propionsäure gehört, welche in Berührung mit Brunnenwasser letzteres ungeniessbar macht.

Zur Neutralisation dieser Wässer muss man sich des Calciumhydrats bedienen und dieselben in drei übereinanderstehenden Bottichen mit diesem Mittel im Ueberschuss behandeln; alsdann gelangen sie zur Klärung in zwei wasserdicht gemauerte Behälter und schliesslich säurefrei in eine Cisterne, aus welcher sie frei abfliessen können.

In einem concreten Falle, in welchem man auf diese Neutralisation keine Rücksicht genommen hatte, waren mehrere Brunnen in einer Entfernung von 500—600 Fuss auf diese Weise ganz unbrauchbar geworden.

4) Glyceringewinnung bei der Zersetzung der Fette mittels Wasserdämpfe bei erhöhtem Drucke. Es kommt hierbei die Beschaffung sehr kostspieliger Apparate und die grosse Gefahr des hohen Drucks zur Sprache; ausserdem ist die Operation mit dem Auftreten von Zersetzungsdroducten, worunter Acrolein niemals fehlt, verbunden.

In neuerer Zeit hat diese Methode auch in Deutschland Eingang gefunden, welche

den grossen Vortheil hat, auf eine bequemere und zweckmässigere Weise das Glycerin zu gewinnen.

Das sich hierbei bildende Glycerin bleibt nämlich in der wässrigen Flüssigkeit, während die Fettsäuren obenauf schwimmen. Ersteres wird entweder durch Thierkohle oder Chlor gebleicht und alsdann abgedampft oder auch durch Destillation mit überhitzten Wasserdämpfen von den Unreinigkeiten befreit.

Die Fettsäuren unterliegen der weitern Behandlung mittels Destillation (siehe Stearinsäurefabrication).

5) Eine fünfte Methode besteht in der Gewinnung von Glycerin nach Rochleder[1]). Man benutzt dazu häufig fette Oele, verdorbenes Ricinusöl oder Nussöl von Juglans regium u. s. w., also ölige Abfälle. Zu dem Ende mischt man die Oele mit Spir. vini rectificat. von 95 % und leitet durch die erwärmte Flüssigkeit einen Strom trocknen salzsauren Gases; die hierbei entweichenden salzsauren Dämpfe sind nicht frei von andern Chlorverbindungen resp. salzsauren Verbindungen des Glycerins und Alkohols.

Durch diese Einwirkung werden die Oele einfach zerlegt und Glycerin theils frei, theils in gebundenem Zustande abgeschieden. Die ganze Operation ist sehr umständlich und auch in sanitärer Beziehung nicht unbedenklich, da neben Essigsäure, Propionsäure und den salzsauren Dämpfen noch flüchtige reizende Substanzen, namentlich Acrolein und Chlorhydrin, hier auftreten.

Das gewonnene Glycerin kann weder in der Medicin noch in den Haushaltungen benutzt werden, weil es in Folge der Darstellung gelöste schweflige Säure enthält, die allmählig in Schwefelsäure übergeht.

Raffinerie des rohen Glycerins. Es gibt gegenwärtig viele Fabriken, die sich bloss mit der Reinigung des rohen Glycerins beschäftigen, dessen hauptsächlichste Verunreinigungen Kalksalze und fette Säuren sind. Man verdünnt das Glycerin mit Wasser, setzt schwefelsaure Thonerde zu, erhitzt und decantirt; die geklärte Flüssigkeit behandelt man nochmals mit Calciumcarbonat, filtrirt und verdunstet bis zu 28° B. Schliesslich folgt die Filtration durch Beinschwarz, um den letzten Rest von Farbe und Geruch zu nehmen; um jede Spur von Kalk zu beseitigen, ist noch die Behandlung mit Oxalsäure oder Ammoniumoxalat erforderlich.

In der hiesigen *Schering*'schen Fabrik wird das Rohglycerin, wenn es kalkhaltig ist, mit Kohlensäure, und zur Austreibung der Buttersäure mit überhitztem Wasserdampfe behandelt: man bringt es dann auf Beinschwärze und dampft es nach vollständiger Entfärbung im Vacuum ein. Glycerin, welches Schwefelsäure enthält, muss mit kohlensaurem Barium versetzt werden.

Dieses Glycerinum depuratum enthält noch Chlor, Schwefelsäure, Fettsäure, Kalk u. s. w. und kann nur in Seifensiedereien, in Bierbrauereien und zum Füllen von Gasuhren benutzt werden.

Glycerinum purum destillatum wird erhalten, wenn man rohes Glycerin in einer Destillirblase mit überhitztem Wasserdampfe übertreibt. Sind die Wasserdämpfe zu heiss, so bildet sich Acrolein, welches das Glycerin färbt; auch werden leicht geringe Mengen von Kalk, Chlor u. s. w. mit übergerissen. Das gewonnene Glycerin ist meist nur für die Technik zu verwerthen. Bei der Fabrication im Grossen wird das rohe Glycerin in starkwandigen eisernen Blasen über freiem Feuer erhitzt und dann mit dem überhitzten Wasserdampfe behandelt. Die Dämpfe werden in einem System senkrecht stehender eiserner Röhren condensirt, während der nicht condensirte Theil gewöhnlich durch einen niedrigen Schornstein in die Luft gelangt und zwar zur grossen Belästigung der Adjacenten. Es muss daher um so mehr für die Verbrennung dieser übelriechenden Dämpfe (flüchtige Fettsäuren, Acrolein) Sorge getragen werden, wenn es sich um die Anlage solcher Fabriken in der Nähe von Städten handelt.

Die condensirte Flüssigkeit wird durch Beinschwarz filtrirt und letzteres gewöhnlich mit Wasser ausgelaugt und regenerirt.

In der Destillirblase bleibt ein schwarzer, pechartiger Rückstand, welcher nur in der Wärme flüssig ist und ab und zu, nach dem Umfange der Fabrication, abgelassen wird. Auch dieser Act ist für die Umgebung sehr belästigend, wenn nicht vorher Wasserdämpfe durch die Blase durchgetrieben und die übelriechenden Dämpfe der Feuerung zugeleitet werden. Immerhin ist aber in sanitärer Beziehung zu empfehlen, solche Fabrikanlagen nicht in einem Complex von Wohnhäusern zu concessioniren.

Die **Verwendung des Glycerins** ist so vielseitig, dass in dieser Beziehung nur die Hauptgesichtspuncte hervorzuheben sind. Die Eigenschaft desselben, schweflige Säure in grosser Menge aufzunehmen, sowie seine Dickflüssigkeit, welche diese Säure vor der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs schützt, hat die Einführung von Glycerinsulfit zum Conserviren von Wein, Bier, Früchten u. s. w. veranlasst. In der Weinindustrie wird es Ascolin genannt.

Die grosse Verwendung, welche das Glycerin neuerdings zu den verschiedensten Zwecken, z. B. zum Anfeuchten von Schnupftabak, als Weberschlichte für Hanf und Flachs, als Schmiere für Uhren, zur Fabrication von aromatischen Seifen, Liqueuren, Essenzen, sogenannten Malzextract-Bieren, zum Versüssen des Weins u. s. w. gefunden hat, erheischt gewiss eine absolute Reinheit, wenigstens ein Freisein desselben von schädlichen Stoffen.

Reinsch hat schon vor vielen Jahren auf einen Arsengehalt des Glycerins aufmerksam gemacht. Wenn dies von vielen Chemikern auch bestritten wird, so muss man doch die Möglichkeit dieser Thatsache zugeben, da die Fabricationsweise von Glycerin unter Umständen eine Verunreinigung desselben durch Arsen zulässt: besonders ist die von *Rochleder* angegebene Methode ganz dazu angethan, das Glycerin arsenhaltig zu machen. Man wendet dieselbe im Allgemeinen nur höchst selten an; immerhin ist jedoch dabei zu beachten, dass das einzuleitende salzsaure Gas durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf absolut trocknes Kochsalz dargestellt wird: es ist dann leicht möglich, dass bei einem Arsengehalt der Schwefelsäure sich Arsen zuerst als leicht flüchtiges Arsenchlorid entbindet und von der alkoholischen und fetten Flüssigkeit absorbirt wird; freilich werden sich beim Abdestilliren der Salzsäure stets nur geringe Mengen von Arsenchlorid mit verflüchtigen, da der grösste Theil im Destillationsrückstande als arsenige Säure zurückbleibt.

Das einzige Mittel, einen etwaigen Arsengehalt zu beseitigen, besteht in der Destillation mit überhitzten Wasserdämpfen, eine Methode, die sich übrigens zur Gewinnung eines chemisch reinen Glycerins nicht empfiehlt. Jedenfalls verdient dieser Umstand bei der weit verbreiteten Verwendung des Glycerins alle Beachtung.

Das Glycerinsulfit wird ferner zum Bleichen von Seide, Wolle, Strohwaaren u. s. w. benutzt; das Schwefeln in Schwefelkammern wird hierdurch ganz ersetzt; auch in der Medicin würde es sich zur Behandlung der Krätze eignen. Eine grossartige Benutzung findet das Glycerin zur Fabrication von Nitroglycerin.

Nitroglycerin-Industrie.

Nitroglycerin, Glycerinsalpetersäure-Aether $CH_2(ONO_2)^-CH(ONO_2)^-CH_2(ONO_2) = C_3H_5(ONO_2)_3$ wurde von Sombrero 1847 entdeckt und anfangs unter dem Namen Glonoin als Heilmittel in die Homöopathie eingeführt. Diese Bezeichnung wurde nach den Anfangsbuchstaben des Wortes Glycid-Oxyd-Nitrogen-Oxygen gebildet, womit man früher Nitroglycerin bezeichnete, während man gegenwärtig seine Entstehung in der Weise auffasst, dass die mit Sauerstoff verbundenen Wasserstoffatome des Glycerins durch die der Salpetersäure angehörende Gruppe NO_2 ersetzt werden.

Nitroglycerin stellt eine farblose oder schwach gelbliche, ölartige Flüssigkeit dar, welche keinen auffallenden Geruch, aber einen süsslichen, nachher äusserst scharfen aromatischen Geschmack hat. Sie ist fast unlöslich in Wasser und Glycerin, aber löslich in fetten Oelen, Alkohol und Aether; aus der alkoholischen Lösung wird sie durch Wasser gefällt. Man hat Nitroglycerin deshalb des Transports wegen häufig in Holzgeist (Methylalkohol) aufgelöst, um es nachher durch Zusatz von Wasser wieder auszuscheiden.

Das spec. Gew. beträgt bei $+15^0$ 1,6. Bei 160^0 zersetzt sich Nitroglycerin unter Entwicklung reichlicher Dämpfe und häufig auch unter Explosion; bei höherer Temperatur oder durch Schlag und Stoss explodirt es heftig. Bei ganz vorsichtiger Er-

wärmung verflüchtigt es sich ohne Zersetzung: sobald es aber zu kochen beginnt, detonirt es heftig. Einige Präparate des Nitroglycerins zersetzen sich freiwillig unter Gasentwicklung und Bildung von Oxalsäure; in gut verschlossenen Flaschen können alsdann die sich entwickelnden Gase einen so bedeutenden Druck auf Nitroglycerin ausüben, dass schon ein geringer Stoss eine Explosion veranlassen kann. Je reiner das Nitroglycerin ist, desto weniger ist diese Gefahr vorhanden.

Fabrikmässig wurde es zuerst von dem schwedischen Ingenieur *Alfred Nobel* im Jahre 1862 dargestellt: auch entdeckte derselbe 1866, dass es sich mit Kieselguhr (Infusorienerde) vermengt am besten transportiren lässt, weil es in diesem Gemenge weit weniger durch Schlag oder Stoss zur Explosion gelangt, auch an der Sprengkraft nichts einbüsst, wie es bei seiner Lösung in Holzgeist der Fall ist. Diese Mischung heisst Dynamit. Es ist zu beachten, dass eine Temperaturerhöhung auch die Explosionsfähigkeit des Dynamits erhöht, welche bei +28° C. so hoch gesteigert ist, dass es schon durch einen geringen Stoss oder Schlag explodirt.

Die Producte der Detonation können aus Kohlenoxyd, Kohlensäure Stickstoff, Stickoxyd, Cyan und Cyanwasserstoff bestehen.

L'Hôte[1]) fand folgende procentische Zusammensetzung:

Kohlensäure . . . 45,72,
Stickoxyd 20,36,
Stickstoff . . . . 33,92.

Dies Experiment wurde unter vermindertem Drucke angestellt und es ist wohl anzunehmen, dass die Menge des Stickoxyds bei Versuchen im Grossen eine viel geringere sein wird. Die Messung des Gases ergab, dass 1 Grm. Nitroglycerin nur 284 C.-C. Gas (bei 0° und 0,76 M. Druck) geliefert haben würde. Das bei der Detonation entstandene Gas war farblos, bildete aber mit Quecksilber salpetersaures Quecksilberoxydul.

Immerhin müssen diese Verbrennungsproducte die Benutzung des Nitroglycerins als Sprengmittel in unterirdischen Räumen beeinträchtigen. Auch in Bergwerken erfordert das Auftreten der sauren Dämpfe eine kräftige Ventilation, um ihre Einwirkung auf die Arbeiter so viel als möglich zu verhüten: sie verbieten auch seine Anwendung bei Kriegsgeschossen, während es bei Sprengarbeiten unter Wasser von unschätzbarem Werthe ist.

Mit dem Starrwerden des Nitroglycerins vermehrt sich seine Explosivität, weil sich in einer solchen krystallinischen Masse Fläche an Fläche reibt und auch eine geringe Erschütterung leicht Friction und Detonation erzeugt. Die Behandlung des starren Nitroglycerins mit harten oder spitzen Instrumenten hat schon die grössten Unglücksfälle hervorgerufen; Arbeiter, die nicht selten aus Unvorsichtigkeit solche Manipulationen vornehmen, verschwinden in Folge der Explosion fast spurlos. Bei der Vermischung mit Kieselguhr wird sein Krystallisationsvermögen aufgehoben.

Einwirkung von Nitroglycerin auf den thierischen Organismus. Es ist hier zunächst hervorzuheben, dass Nitroglycerin nach seiner verschiedenen Darstellungsweise auch verschiedene Eigenschaften besitzt; aus dieser Thatsache lassen sich allein die abweichenden Auffassungen über die Wirkung von Nitroglycerin erklären.

Die Verschiedenheit der Präparate hat darin seinen Grund, dass 1, 2 oder 3 Wasserstoffatome der Hydroxyle durch den Salpetersäurerest vertreten werden können; es kann sich Mono-, Di- und Trinitroglycerin bilden; sowohl die Stärke als auch die Temperatur des Säuregemisches und die Zeit der Einwirkung tragen hierzu bei.

1) Es kam ein Nitroglycerin zur Anwendung, welches in der Weise dargestellt worden war, dass 2 Vol. eines Säuregemisches von 1 Vol. Salpetersäure und 2 Vol. Schwefelsäure mit 1 Vol. Glycerin vermischt wurden.

a) Einem ausgewachsenen Meerschweinchen wurde 1 Grm. dieses Präparats eingeflösst: erst nach 4 Stunden Zuckungen in den Extremitäten bei unregelmässiger Respiration und Herzthätigkeit, nach 6 Stunden stossweiser, unregelmässiger Herzschlag und pfeifende Respiration, leichte allgemeine Convulsionen, Abnahme der Temperatur, zuweilen Zuckungen in den Extremitäten, nach 6½ Stunden kaum hörbarer Herzschlag und starker Rhonchus sibilans in den Bronchien, Bauchlage mit ausgespreizten Beinen. Wird es durch die convulsivischen Zuckungen auf die Seite geworfen, so nimmt es jedesmal beim Aufhören derselben die Bauchlage wieder ein. Nach 7 Stunden bleibende Seitenlage, nach 8 Stunden rotirende Bewegungen der Extremitäten in der Seitenlage, die fast regelmässig 1 Minute lang dauern und 1 Minute lang aufhören, allmählig aber schwächer werden; schliesslich bewegen sich nur die vordern Extremitäten und die Athmung erlahmt zusehends, bis sie nach 10 Stunden ganz aufhört. Kurz vor dem Tode floss Urin ab.

Section nach 12 Stunden. Gliederstarre mässig stark; die Kopfknochen ziemlich blutreich, auch die Hirnhäute hyperämisch, namentlich an der Basis des Gehirns: auf den Durchschnittsflächen dieses Organs traten einige Blutpuncte zu Tage. Plex.

venos. spin. mässig angefüllt. Lungen blassgrauroth, fast überall lufthaltig, nur das obere Drittheil des rechten untern Lungenlappens war braunroth und zeigte unter der Pleura erbsengrosse Ekchymosen; das Parenchym an dieser Stelle dunkelroth und sehr blutreich, an den übrigen Stellen trat wenig flüssiges Blut aus; Trachealschleimhaut blass. Das ganze Herz mit schwarzem, coagulirtem Blute stark angefüllt; auch in den grössern Blutgefässen vorherrschend geronnenes Blut. Leber und Milz nicht übermässig blutreich und von normalem Ansehen; die Schleimhaut des Magens schwach gelb gefärbt; in den grössern Blutgefässen herrschte auch hier das coagulirte Blut vor. Wenig flüssiges, dunkelbraunrothes Blut röthete sich an der Luft schnell; auch die innere Wandung der Brust- und Bauchhöhle sowie das Muskelfleisch röthete sich lebhaft. Die chemische Analyse vermochte weder im Magen noch in der Leber Nitroglycerin nachzuweisen.

b) Verf. berührte bloss mit der Zunge den feuchten Glasstöpsel, womit das Glas, welches das vorher benutzte Präparat enthielt, verschlossen war. Der anfangs süssliche Geschmack ging in starkes unangenehmes Brennen über; nach 10 M. entstand ein dumpfes, unbestimmtes Gefühl im Kopfe mit Abnahme der Sehschärfe und Bedürfniss zum Niedersetzen; kurz darauf Uebelkeit, Anwandlung von Ohnmacht und beim Versuche das Fenster zu öffnen Zusammensinken, Bewusstlosigkeit, in welcher nach Mittheilung des anwesenden Dr. *Vohl* Verdrehen der Augen, Knirschen mit den Zähnen und tetanisches Strecken des rechten Armes eintraten. Nach 3 M. kehrte das Bewusstsein zurück, aber es blieb noch Unfähigkeit zum Stehen und starke Eingenommenheit des Kopfes zurück; allgemeine Erschöpfung und ein klopfender Schmerz in der Schläfengegend hielten fast 2 Stunden lang an. Gegen Abend war keine Spur von Unwohlsein mehr bemerkbar.

2) Ein Nitroglycerin-Präparat wurde benutzt, welches aus 33 G. Th. eines Säuregemisches von 1 Vol. Salpetersäure und 2 Vol. Schwefelsäure mit 7 G. Th. Glycerin bereitet worden war. Sowohl dieses als auch das vorige Präparat stammte aus einer Fabrik von Sprengöl her.

Eine kräftige Taube erhielt 1,5 Grm. davon. Nach 1 M. Zittern des Oberkörpers und Würgen, nach 2 M. starkes Erbrechen, nach 3 M. Taumel, Schwindel, Neigung zum Fallen, vor dem sie sich durch Aufschlagen mit den Flügeln zu schützen suchte; dann beständiges Herumdrehen im Kreise mit convulsivischem Aufschlagen des rechten Flügels. Nach 5 M. die heftigsten Convulsionen; sie bleibt dann in der Rückenlage, zittert am ganzen Körper und bewegt die Beine wie in einem Kreise; Pupille erweitert, Herzschlag kaum wahrnehmbar und starker Rhonchus sonorus in den Bronchien. Nach 8 M. plötzlicher Eintritt des Todes.

Section nach 20 Stunden. Leichenstarre schwach, Pupille erweitert, Hirnhäute vorzugsweise an der Basis cranii hyperämisch, in den Kopfknochen zerstreute nadelkopfgrosse Flecke von geronnenem Blute; Plex. venos. spin. mässig angefüllt, unter der Schleimhaut des Kropfes eine dünne Blutlage, die Trachealschleimhaut nur unterhalb der Theilung geröthet. Die linke Lunge sehr blutreich und an ihrer vordern Oberfläche mit Ekchymosen bedeckt, die obere Spitze ist blutig durchtränkt; weniger blutreich ist die rechte Lunge. Das ganze Herz ist mit viel geronnenem und etwas dunkelrothem Blute angefüllt. Leber schwärzlichbraun und mit schwärzlich-braunrothem Blute angefüllt; in dünnern Schichten röthete sich letzteres lebhaft an der Luft und reagirte auf Lackmuspapier sauer.

3) Nitroglycerin wurde aus 1 Vol. stärkster Salpetersäure und ½ Vol. wasserfreiem Glycerin ohne Zusatz von Schwefelsäure dargestellt. Das mit Wasser und mit Kaliumcarbonat ausgewaschene Präparat erstarrte nicht bei -0^0, war aber sehr explosiv.

Eine starke Taube erhielt 0,75 Grm. davon. Nach 15 M. keine objectiven Symptome; sie erhielt dann noch 0,25 Grm, so dass sie im Ganzen 1 Grm. Nitroglycerin bekommen hatte. Nach 20 M. schwankender Gang und Würgen; sonst verhielt sie sich ruhig, weder Zittern noch Krämpfe traten ein, nur der Herzschlag nimmt ab. Nach 2½ Stunden wurde sie todt gefunden; beim Aufheben der Leiche floss viel trübe Flüssigkeit aus dem Schnabel.

Section nach 20 Stunden. Hirnhäute sehr hyperämisch, auf dem Kleinhirn und der Med. oblong. ein ganz dünnes Blutextravasat; Plex. venos. spin. ziemlich blutreich; unter der Schleimhaut des Kropfes viele ausgedehnte Blutgefässe; Trachealschleimhaut blass. Lungen von blasser, schmutzigrother Farbe; auf den Schnittflächen des Parenchyms tritt flüssiges, dunkles Blut zu Tage. Herz vollständig mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt: Leber von normaler Farbe und reich an flüssigem, dunklem Blute, welches deutlich sauer reagirte.

4) Nitroglycerin wurde in der Weise dargestellt, dass 1 Vol. Salpetersäure mit ½ Vol. wasserfreiem Glycerin unter Abkühlung gemischt,

dann mit 1 Vol. Schwefelsäure versetzt, mit Wasser gewaschen und mit Kali carbonic. ausgewaschen wurde. Das Präparat erstarrte nicht bei —0°.

a) Eine starke Taube erhielt zuerst 0,5 Grm. und am folgenden Tage 1,3 Grm. davon. An beiden Tagen bemerkte man nur ein Aufblähen des Körpers und einen vermehrten Durst; sie wurde längere Zeit beobachtet und blieb ganz gesund.

b) Eine ganz junge und schlecht genährte Taube erhielt 2,08 Grm. von demselben Präparate. Nach 10 M. nimmt sie die Bauchlage ein und fängt an zu würgen; dann geht sie einher, um sich alsbald wieder hinzulegen und zu würgen; dies wechselt mehrmals ab. Herz- und Respirationsthätigkeit normal: bei schnellerm Gehen schwankt sie ein wenig; erst nach 20 M. vermehrtes Herzklopfen und angestrengte Respiration in der Bauchlage. Nach 30 M. Unvermögen aufzustehen; nach 35 M. fällt sie auf die Seite und behält diese Lage bei aufgerichtetem Kopfe. Nach 45 M. leichte Convulsionen, spastische Respiration mit weitem Oeffnen des Schnabels, Stillstand der Athmung unter leichtem tetanischem Krampfe: der Herzschlag hält noch 2 M. lang an.

Section nach 20 Stunden. Auf dem grossen und kleinen Gehirn ein erbsengrosses dünnes Blutextravasat; die ganze Med. oblong. ist mit einem ganz dünnen Blutergusse umgeben; Plex. venos. spinal. stark angefüllt. Die Lungen von blasser, schmutzig-graurother Farbe und überall sehr blutreich; das Herz mit viel flüssigem und wenig geronnenem Blute angefüllt. Blut schwärzlich-braunroth, röthet sich wenig an der Luft und reagirt sauer. Die Schleimhaut des Vormagens schwach geröthet; Leber dunkelbraun und sehr blutreich, ebenso die Nieren; die Eingeweide mit angefüllten Gefässchen überzogen.

5) 1 Vol. Salpetersäure wurde mit 2 Vol. Schwefelsäure unter Abkühlung gemischt, dann mit ½ Vol. wasserfreiem Glycerin vermischt, gewaschen und mit Kaliumcarbonat behandelt. Das Präparat erstarrte nicht bei —0°.

Eine kräftige Taube erhielt davon 2 Grm. Nach 5 M. Würgen und Erbrechen, wobei sie sich im Kreise bewegt; rauhes hörbares Athmen, Würgen und Erbrechen wiederholen sich mehrmals. Erst nach 1 Stunde angestrengte Respiration und Schwanken nach vorn; einige Minuten nachher tetanisches Strecken und die heftigsten Convulsionen, worauf der Tod in der Rückenlage unter Tetanus erfolgt. Der Herzschlag ist noch 1 M. lang hörbar.

Section nach 20 Stunden. Hirnhäute sehr blutreich, unter dem Kleinhirn und in der Umgebung der Med. oblong. eine dünne Lage flüssigen dunkelrothen Bluts. Lungen von schmutzig-graurother Farbe und überall sehr blutreich, unter dem serösen Ueberzuge des linken untern Lungenlappens ein Bluterguss, wodurch diese ganze Partie schwarzroth erscheint. Das ganze Herz mit schwarzem, geronnenem und schwärzlichbraunrothem Blute angefüllt; letzteres röthet sich unbedeutend an der Luft und reagirt sauer.

6) 1 G. Th. Glycerin wurde mit 2 G. Th. Schwefelsäure gemischt und dieses Gemisch in ein gleiches Volumen eines Gemenges von 1 Vol. Salpetersäure und 2 Vol. Schwefelsäure gebracht. Das gehörig ausgewaschene Präparat erstarrte nicht bei —0°, war aber sehr explosiv.

Eine kräftige Taube erhielt davon 0,93 Grm. Sogleich trat Erbrechen ein; nach 5 M. Schwanken und Neigung auf die Seite zu fallen, Herumgehen im Kreise; das Erbrechen wiederholte sich alle 2—3 Minuten. Nach 17 und 20 M. erschien dasselbe zum letzten Male; dann wurden keine Krankheitssymptome mehr beobachtet.

Am folgenden Tage erhält sie 1,2 Grm. von demselben Präparate. Nach 10 M. vermehrt sich die Respiration bei übrigens ruhigem Verhalten; nach 20 M. nimmt das Thier die Bauchlage ein; nach 30 M. legt es sich nach vorn auf die Brust bei merklich beschleunigter Respiration. Nach 40 M. erst schwache Zuckungen, dann die heftigsten Convulsionen, worauf unter einigen spastischen Inspirationen und Pupillenerweiterung der Tod eintritt. Einige Herzschläge sind noch hörbar.

Section nach 20 Stunden. Vorn auf der linken Hirnhemisphäre und auf der Mitte des Kleinhirns ein erbsengrosses flüssiges Blutextravasat; Hirnhäute blutreich, besonders an der Basis des Gehirns und in der Umgebung der Med. oblong. Lungen schmutzig-grauröthlich, unter ihrem serösen Ueberzuge stellenweise kleine Blutextravasate. Das ganze Herz mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt; das flüssige Blut reagirte sauer.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass mit der höhern Nitrirung auch die Wirkung des Nitroglycerins auf den thierischen Organismus eine gefährlichere wird. Wenn Verf. nach seinen frühern Beobachtungen andere Ansichten über die Giftigkeit des Nitroglycerins entwickelt hat, so war jedenfalls die besondere Beschaffenheit des Präparats die Ursache der schwächern Wirkung.[2])

Uebrigens hat bereits Schuchardt[3]) beobachtet, dass Nitroglycerin unter Umständen bis zu 10 Tropfen von Menschen genommen werden kann, ohne dass beunruhigende Symptome eintreten. Stegemann sah sogar nach einer Gabe von 5 Drachmen in $1^1/_2$ Unzen Branntwein Genesung eintreten, nachdem bloss Brennen im Munde, Würgen, Schwindel und ein Gefühl von Lähmung in den Gliedern einige Stunden lang gedauert hatten; nur der Kopfschmerz hielt bis zum dritten Tage an.

Beim vierten Versuche ertrug eine Taube sogar 1,8 Grm. Nitroglycerin und selbst eine sehr schwache und junge Taube starb nach 2,08 Grm. desselben Präparats erst nach 45 Min. unter leichten Convulsionen. Beim sechsten Versuche traten bei einer Taube nach 0,93 Grm. Nitroglycerin nur Erbrechen und Schwindel ein, ein Beweis, wie sehr die Beschaffenheit des Präparats die Wirkung bestimmt.

In den letalen Fällen herrschen tonische und vorzugsweise klonische Krämpfe vor, die rasch zum Tode führen, nachdem Schwindel, Würgen und Störungen in der Respirations- und Herzthätigkeit vorausgegangen sind. Beim Leichenbefunde fallen die Lungenhyperämie, die Ekchymosen und selbst Blutextravasate unter der Pleura auf; auch Hirnhämorrhagieen können vorkommen; ausserdem ist das Blut vorwiegend geronnen.

Unzweifelhaft wird sich Nitroglycerin im Organismus bald zersetzen; unter den Zersetzungsproducten wird Stickoxyd nie fehlen, das aber rasch weiter zu Salpetersäure resp. Untersalpetersäure oxydirt wird. Aus diesem Vorgange lässt sich die Wirkung auf die Respiration und das Blut erklären, dessen saure Reaction deutlich nachweisbar war. Zunächst aber sehen wir die dem Nitroglycerin eigenthümliche Wirkung auf die Nervencentren, die sich stets durch Uebelkeit, Schwindel, Taumel, Schwinden der Sinne, Ohnmacht, Bewusstlosigkeit und convulsivische Bewegungen kund gibt; Verf. hat das Gefühl von grösster Hinfälligkeit noch in frischer Erinnerung, das der totalen Bewusstlosigkeit vorherging. Die Restitution wird nur dann möglich sein, wenn die Zersetzungsproducte des Nitroglycerins noch keine deletäre Wirkung auf das Blut ausgeübt haben.

Einige Beobachtungen sprechen dafür, dass Nitroglycerin auch von der unverletzten Haut resorbirt werden kann; jedenfalls ist es nicht zulässig, dass die Fabrikarbeiter mit der blossen Hand anhaltend mit dem Nitroglycerin in Berührung kommen, obgleich in manchen Fabriken das Mischen der Infusorienerde mit Nitroglycerin in jener Weise bewirkt wird, ohne dass man nachtheilige Folgen dieses Verfahrens beobachtet hat; bei wunden Hautstellen dürften sie aber nicht ausbleiben.

Bei der **Darstellung von Nitroglycerin im Grossen** präparirt man zuerst das Säuregemisch in einem kühl gehaltenen Mischgefäss, indem man mit 2 Vol. Schwefelsäure von 66° B. 9 Vol. Salpetersäure von 1,49—1,5 specifischem Gew. in dünnem Strahle vermischt. Von diesem Säuregemisch gibt man 35 Th. in ein gut gekühltes Mischgefäss und lässt unter beständigem Umrühren 9 Th. Glycerin in derselben Weise zufliessen; in der Ruhe scheidet sich das Nitroglycerin als eine schwach gelb gefärbte Flüssigkeit ab. Das Gemisch lässt man nun unter Umrühren in das 10—20fache Volumen kalten Wassers fliessen, wobei sich das Nitroglycerin als eine specifisch schwerere Flüssigkeit am Boden des Gefässes ablagert.

Die zur Darstellung von Nitroglycerin erforderlichen Apparate sind sehr verschieden und fast jede Fabrik beobachtet ein anderes Verfahren; der von *Rudberg* in Stockholm construirte Apparat findet sich in vielen Fabriken. 3 Gefässe für das

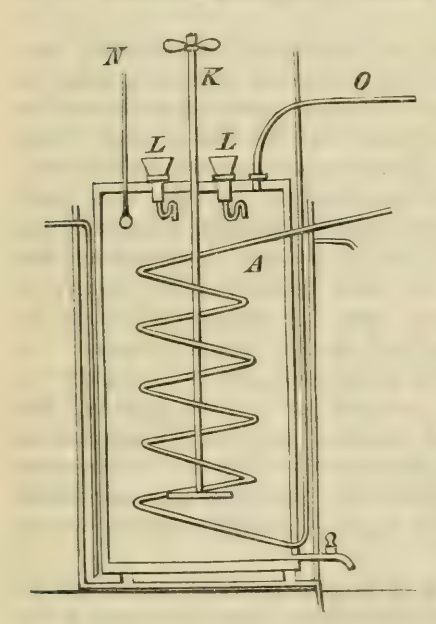
Säuregemisch, das Glycerin und Kühlwasser stehen auf einer hohen Bank: die beiden erstern stehen mittels einer Röhre mit einem Kasten in Verbindung, der über einem mit Blei ausgefütterten und mit treppenartig vertheilten Fächern versehenen und von einem Holztroge umgebenen Canale auf Rädern ruht, um hin und her bewegt werden zu können. In den Zwischenraum zwischen dem Holztroge und dem Canale leitet man das Kühlwasser ein; dann lässt man das Säuregemisch in den Kasten fliessen, durch dessen Bewegung es in die verschiedenen Fächer des Canals gelangt. Nun wird das Glycerin zugeleitet: nachdem das Gemisch den Canal passirt hat, ist die Reaction vollendet. Man lässt die Flüssigkeit in ein tiefer stehendes Gefäss mit Wasser ab, in welchem sich das Nitroglycerin zu Boden setzt, das schliesslich noch einer Waschung unterworfen wird.

Alle verschiedenen Methoden kommen darin überein, dass die Temperatur auf 15—18° erhalten werden muss, da mit einer höhern Temperatur auch die Gefahr der Explosivität steigt.

Mit keiner Fabrication ist überhaupt mehr Gefahr für Gesundheit und Leben der Arbeiter verbunden, als mit der Darstellung von Nitroglycerin. Es kommen hierbei 1) die bei der Fabrication auftretenden Gase und Dämpfe, 2) die grosse Giftigkeit des Präparats und 3) die grosse Explosivität desselben in Betracht.

Auf die Absorption der Gase und Dämpfe wird in den wenigsten Fabriken Bedacht genommen, obgleich sie sowohl mit Rücksicht auf die Arbeiter als auch auf die Adjacenten dringend nothwendig ist. Folgende Einrichtung empfiehlt sich erfahrungsgemäss sehr: In Fig. 51 stellt *A* ein Mischgefäss dar, welches von Steingut ist und in einem Kühlapparat steht; es dient zur Darstellung des Säuregemisches und der Nitrirung. In beiden Fällen müssen die Gase durch das Rohr *O* in eine Reihe mit Wasser gefüllter Woulf'scher Flaschen geleitet werden, deren letzte mit dem Schornstein in Verbindung steht. Noch besser ist es, in die ersten Flaschen eine Lösung von Natriumcarbonat zur Absorption der salpetersauren Dämpfe und in die nächstfolgenden mit Bleioxyd (Glätte) bestreute Koks zur Absorption der Untersalpetersäure zu bringen. Die Verbindung mit dem Schornstein ist immer nothwendig, um den gehörigen Luftzug zu etabliren.

Fig. 51.



Das Mischgefäss ist mit einem Deckel hermetisch geschlossen und der Rührer (*K*) wird in einer Stopfbüchse luftdicht auf und ab bewegt. *L L* sind die zuführenden Trichter mit Sförmig gekrümmter Spitze. Immerhin ist ein geräumiges, nur mit einem leichten Dache und offenstehenden Luken versehenes Fabriklocal erforderlich, weil auch bei der grössten Vorsicht die Absorption der sauren Gase selten ganz vollständig gelingt. Man zieht gegenwärtig leichte, durch Erdwälle von allen andern Localen getrennte Schuppen vor.*)

*) In einem concreten Falle, in welchem es sich um die Anlage einer Dynamitfabrik handelte, gehörten zu den vielen Opponenten auch ein Seidenfabricant und ein Gutsbesitzer; Ersterer besass einige Hundert Schritte von dem projectirten Fabrikgebäude entfernt eine Seiden- und Sammetweberei und befürchtete mit Recht die Einwirkung der salpetersauren Dämpfe. Dieselben machen bekanntlich gebleichte Seide gelb und zerstören bei der gefärbten Seide die Farbe; kein Körper oder Stoff wird von diesen Dämpfen so leicht angegriffen wie die Seide.

Der Gutsbesitzer, dessen Waldung sich ebenfalls bis auf einige Hundert Schritt nach der projectirten Anlage hin erstreckte, befürchtete den nachtheiligen Einfluss der salpetersauren Dämpfe auf die Baumpflanzung. Wegen des geringen Betriebs dieser Fabrik war eine solche Befürchtung nicht begründet; eher war sie bei einem andern Concessionsgesuche berechtigt, weil in diesem Falle die Ackerfelder unmittelbar die Fabrik begrenzten.

Eine fortwährende Kühlung ist namentlich bei der Nitrirung, d. h. beim Zusatz von Glycerin, mit der grössten Sorgfalt zu beachten, weshalb das bei *N* angebrachte Thermometer beständig beobachtet werden muss. Viele Techniker verlangen, dass namentlich bei der Nitrirung die Temperatur nicht über 10—15° steige; auch muss das Glycerin stets in geringen Mengen zugesetzt werden, weil sonst eine momentane Zersetzung eintreten kann, wobei die ganze Mischung explosionsartig aus dem Gefässe geschleudert wird.

Neuerdings hat *Mowbray* auf den Hoosac Tunnel-Works bei North-Adams in Massachusetts einen Strom kalter und trockner Luft benutzt, um 1) mittels desselben theils die Untersalpetersäure aus dem Säuregemisch zu verjagen, weil grade die Untersalpetersäure leicht Explosionen veranlassen soll, 2) um die Mischung von Glycerin mit dem Säuregemisch damit zu bewerkstelligen und Abkühlung zu bewirken. Jede stärkere Erwärmung wird durch kräftigere Mischung resp. Zuleitung der Luft und verlangsamtes Eintröpfeln von Glycerin verhütet; auch bei der spätern Waschung lässt er noch einen Strom Luft durchstreichen.[4])

Beim Versetzen des nitrirten Gemisches mit Wasser müssen grosse Gefässe benutzt werden und darf niemals das Wasser zum Gemisch, sondern das Gemisch muss stets zum Wasser gesetzt werden, da im erstern Falle eine so starke Erhitzung stattfindet, dass ebenfalls eine explosionsartige Zersetzung und Umherschleudern der Masse zu befürchten ist.

Bezüglich der Waschwässer ist zu beachten, dass die an Schwefel- und Salpetersäure reichen Flüssigkeiten zum Aufschliessen von Phosphoriten, also bei der Düngerfabrication Verwendung finden können, wohingegen das zweite und dritte Waschwasser erst nach geschehener Neutralisation mit Kalkmilch und Ausscheidung des gebildeten Gipses zum Abfluss gelangen kann.

Das letzte Waschwasser, welchem Natriumcarbonat zur vollständigen Neutralisation zugemischt worden ist, hat eine gelbliche Farbe und einen höchst bittern Geschmack, weshalb es niemals in Schlinggruben abfliessen darf. Da solche Fabriken meistens auf öden Flächen angelegt sind, so kann viel eher ein Abfluss in grosse abgelegene Gruben gestattet werden: auch nicht die geringsten Mengen von Nitroverbindungen dürfen mit den Waschwässern abgeführt werden.

Diese letzte Waschung findet in den sogen. Buttermaschinen, in hölzernen Kasten, statt, in denen Rührer mittels eines Getriebes bewegt werden. In Amerika lässt man die Waschwässer noch in einen grossen Bottich und von diesem aus durch in der Erde vergrabene Fässer fliessen, in welchen sich etwa weggeschlemmtes Nitroglycerin ansammelt; aus dem letzten Fasse nimmt das Wasser seinen Weg in's Freie.

Hinsichtlich der Giftigkeit des Nitroglycerins sind die Arbeiter anzuhalten, niemals während der Arbeitszeit zu essen oder zu trinken, zu schnupfen, Tabak zu kauen und zu rauchen, um nicht durch beschmutzte Finger die Nahrungs- oder Genussmittel zu verunreinigen; übrigens ist das Tabakrauchen schon wegen der Feuergefährlichkeit unstatthaft.

Die Arbeiter müssen einen besondern Raum für den Wechsel der Kleider haben, da sie wenigstens besonderer Oberkleider für die Arbeit bedürfen. Wasser und Seife zum Reinigen der Hände vor jeder Mahlzeit muss der Fabricant liefern.

In Betreff der grossen Feuergefährlichkeit sind sehr viele Vorsichtsmassregeln zu beobachten. Bei der Anfertigung und Aufbewahrung von Nitroglycerin dürfen niemals metallene Apparate benutzt werden; ganz besonders sind alle metallenen Krahnen zu vermeiden, um das Nitroglycerin nicht der geringsten Reibung auszusetzen; nur Steingutgefässe mit gläsernen oder porcellanenen Krahnen sind zulässig. Recht zweckmässig sind die bekannten Quetschhähne von Kautschuk.

Nitroglycerin muss dabei stets in einer Temperatur gehalten werden, wobei ein Krystallisiren unmöglich ist. Das Schmelzen der krystallisirten Masse darf nie über freiem Feuer geschehen, sondern muss stets dadurch bewerkstelligt werden, dass man das betreffende Gefäss in ein lauwarmes Wasserbad setzt. Sehr viele Unglücksfälle sind durch unvorsichtige Behandlung des festgewordenen Nitroglycerins entstanden,

---

Bei der jungen Saat oder zur Blüthezeit des Roggens und Weizens vermag eine Nitroglycerinfabrik, die keine Vorsorge für die Absorption der sauren Dämpfe trifft, allerdings schädlich einzuwirken, namentlich wenn bestimmte Strichwinde diese Dämpfe stets nach einer bestimmten Richtung hin treiben und die Fabrik in gleicher Ebene mit den Feldern liegt. Es müssen in solchen Fällen stets die localen Verhältnisse berücksichtigt werden, die sich jedoch so vielseitig gestalten, dass sie unmöglich alle erörtert werden können.

In dem oben beregten Falle wurde die Concession trotz allen Widerspruchs ertheilt, weil der Concessionär die Einrichtungen zur Absorption der Dämpfe den erörterten Grundsätzen gemäss nachzuweisen vermochte; es wurden auch späterhin beim Betriebe der Fabrik keine Klagen über eine nachtheilige Einwirkung der sauren Dämpfe laut.

obgleich noch bei keiner Explosion ihre wahre und eigentliche Ursache entdeckt worden ist, weil eben die nächsten Zeugen, welche Aufklärung verschaffen könnten, nicht mehr vorhanden sind.

So erfolgte die Explosion einer Dynamitfabrik, welche einen Vorrath von 5—6 Centner Nitroglycerin hatte, in einer Nacht, als des Abends plötzlich starker Frost eingetreten war, so dass die Vermuthung nahe lag, dass man das Nitroglycerin auf eine unvorsichtige Weise erwärmt und dadurch seine Explosivität gesteigert habe.

In den Räumen, wo das Aus- und Einschütten des Nitroglycerins geschieht, muss der Boden mit einer dicken Lage gebrannten Gipses bedeckt werden, um dadurch etwa verschüttetes Nitroglycerin schnell aufsaugen zu lassen.

Zu Magazinen dürfen nur leichte Schuppen mit Lehmwänden dienen, die mit einem 1 Meter hohen Walle zu umgeben sind; noch zweckmässiger ist es, Aushöhlungen anzulegen und mit der ausgeworfenen Erde einen Wall herzustellen.

Zum Versenden des Nitroglycerins bedient man sich in Amerika Weissblechkannen, welche inwendig mit Paraffin überzogen sind. Die gefüllten Gefässe werden in hölzerne, mit Eismischungen versehene Bottiche gestellt, bis der Inhalt gefroren ist; sie werden dann in offene hölzerne Kisten verpackt, deren Boden mit Schwamm bedeckt ist; untereinander werden sie durch Guttaperchaöhren befestigt. Im Sommer ist der Boden mit einer Lage Eis versehen; zum Aufthauen des Nitroglycerins ist jede Kanne mit einer entsprechenden, in der Mitte von oben nach unten gehenden Röhre versehen, um damit 21—32° C. warmes Wasser einzulassen; zum Verschluss dient ein mit einer Blase versehener Kork. Auf diese Weise soll auch krystallisirtes Nitroglycerin mit der grössten Sicherheit transportirt werden können.

Darstellung des Dynamits. *Nobel's* Dynamit enthält 75—77 Th. Nitroglycerin und 23—25 Th. Kieselguhr; letztere wird vor der Mischung calcinirt und gesiebt. Das Sieben ist in sanitärer Beziehung nicht gering zu achten, da der sich bildende Staub wegen des Gehalts an Kieselsäure sehr gefährlich ist; man soll daher die Arbeiter vor diesem Staube schützen. In der Regel wird die Masse mittels Handwalzen zerdrückt und durch ein Drehsieb geworfen, um die gröbern Kieselkörner zurück zu halten.

Die Mischung wird häufig in demselben Schuppen vorgenommen, in welchem das sog. Buttern, die letzte Entsäuerung des Nitroglycerins, stattfindet, ein Verfahren, welches ganz verwerflich ist. Die Infusorienerde wird in Holzkasten mit dem Nitroglycerin übergossen und dann mit der blossen Hand durchknetet; vielfach bringt man das Gemenge noch auf Siebe von Eisendraht und reibt es mit der Hand durch das Sieb, um noch gröbere Kieselkörner zu entfernen und ein gleichförmiges Gemenge darzustellen.

Bei der Dynamitfabrication besteht die wichtigste und niemals zu vernachlässigende Vorsichtsmassregel in der Trennung der verschiedenen Arbeitsräume, die ausserdem niemals aus massivem Mauerwerk bestehen dürfen, damit bei etwaigen Explosionen ihre Wirkung nicht dadurch noch erhöht wird. Alle Fabriklocale müssen unterirdisch liegen, damit ihre Temperatur constant 11—12° C. beträgt und keine künstliche Erwärmung nothwendig ist. Auch hier ist eine Umwallung unerlässlich, welche bis 4 Fuss hoch über das Dach hinausgeht; die Einschnitte des Walles resp. die Eingänge müssen noch mit einem Vorwall versehen sein, während der überirdische Theil der Gebäude bloss eine Holzconstruction und Pappbedachung haben darf. Die Entfernung von Wohnungen betrage wenigstens 20 Minuten.

Wenn für gewisse Fälle eine Beleuchtung nothwendig ist, so darf dieselbe nur von aussen bei geschlossenen Fenstern angebracht werden; im Allgemeinen ist aber die Arbeit bei künstlichem Lichte zu vermeiden, Vorsichtsmassregeln, welche auch bei der Fabrication des Nitroglycerins zu beachten sind.

Bei der Anfertigung der Dynamit-Patronen müssen die Arbeiter in der sogen. Stopfkammer in besondern, durch Bretter bewirkten Abtheilungen beschäftigt werden, um auf diese Weise ganz isolirt zu sein; auch dürfen nicht zu viele Arbeiter in derselben Kammer beschäftigt sein, um die Anhäufung des Materials zu vermeiden. Besser ist es, jedem Arbeiter einen besondern Stand zu geben; der jedesmalige Vorrath darf nur für 4 Stunden Arbeitszeit und in einer besondern Schale verabreicht werden.

Grosse Füllbeutel, die den Dynamit enthalten und unter denen die Arbeiter sitzen, sind ganz zu verwerfen, da sie leicht Unglücksfälle veranlassen.

Accordarbeiten sind nicht zulässig, weil nirgends eine Uebereilung nachtheiliger einwirken kann als in einer Dynamitfabrik. Bei der Explosion einer solchen Fabrik war wahrscheinlich die übereilte Arbeit die Ursache des Unglücks; sie war Abends 10 Uhr erfolgt, als die meisten Arbeiter noch beschäftigt waren. 15 Menschen wurden zerschmettert und 2 Männer starben noch nachträglich an den Folgen der erlittenen Verletzung. Die Erschütterung durch die Detonation wurde in einem Umkreise von 3 Stunden wahrgenommen.

Ferner ist sehr darauf zu achten, dass alle metallenen Werkzeuge vermieden

werden. Das Pergamentpapier für die Patronen wird über einen hölzernen Stock gerollt und am untern Ende, welches den Stock ½ Zoll überragt, nach innen zu zusammengefalten. Die Patrone wird dann mit dem Stocke in eine entsprechende messingene oder kupferne Hülse gesteckt, der Stock herausgezogen und eine zweite etwas engere Hülse eingeführt, um das Papier überall fest an die Wandungen des ersten Cylinders anzudrücken; dann wird der Dynamit allmählig in die Patrone eingeführt und zwar gewöhnlich in der Weise, dass man den Cylinder mit dem leinenen Füllbeutel in Verbindung bringt. Der Dynamit wird aber noch mittels eines Stempels niedergedrückt und gleichsam eingestampft; weder dieser noch der äussere Cylinder sollte von Metall sein, damit keine gefährliche Friction entstehe. Grade bei übereilten Arbeiten kann bei diesem Acte der Anfüllung der Patronen leicht die Gefahr heraufbeschworen werden.[5])

Alle fertigen Patronen müssen sofort aus dem Arbeitsraume entfernt und nach dem Magazin gebracht werden; letzteres soll nie vor oder nach Sonnenuntergang betreten werden. Sämmtliche Gebäude sind mit Blitzableitern zu versehen.

Beim Transport des Nitroglycerins resp. Dynamits sind alle Vorsichtsmassregeln wie bei dem des Schiesspulvers zu beobachten; er darf nicht mittels der Eisenbahn, Post oder Dampfschiffe, sondern muss durch besondere Fuhren geschehen.

Die Untersuchungen, welche von *Bolley*, *Pestalozzi* und *Kundt* behufs Ermittelung der Gefährlichkeit des Dynamits beim Transport angestellt worden sind[6]), gelangen zu dem Ergebnisse, dass die Gefahr der Explosion durch Stoss erst vorhanden sei, wenn der Dynamit mit starker Intensität zwischen 2 metallene Körper gestossen werde; die gewöhnlichen Stösse in Kasten beim Transport dürften kaum im Stande sein, eine Explosion zu erzeugen; eine Selbstzersetzung des Dynamits, wie sie beim Nitroglycerin eintreten kann, sei bis jetzt noch nicht vorgekommen.

Nach unsern eigenen Versuchen kann bestätigt werden, dass nicht fest verschlossener Dynamit im Feuer nicht explodirt; er brennt aber nicht langsam fort, wie die obigen Experimentatoren angeben, sondern zischend und mit Geräusch wie Schiesspulver. Auch dürfte denselben darin nicht beizustimmen sein, dass selbst bei Feuersbrunst in Räumen, in denen Dynamit lagert, eine Explosion nicht zu fürchten sei.

„Dynamit, welcher in einem Gefäss mit einiger Widerstandsfähigkeit eingeschlossen ist, kann im Feuer mit Kraft explodiren."

Wirft man ein zolldickes Stück einer Patrone in einen brennenden Ofen, so erfolgt eine so starke Explosion, dass die Wiederholung des Experiments gefährlich erscheint.

Folgende Sätze unterliegen keinem Bedenken:

1) Völlig fest eingeschlossener Dynamit kann durch einen hinreichend starken Stoss explodiren.

2) Offener Dynamit kann durch Stoss explodiren, wenn er sich beim Stosse zwischen 2 sehr harten Körpern, wie Eisen, befindet; für die Explosion ist aber nothwendig, dass die Intensität des Stosses nicht unter eine gewisse Grenze sinkt.

3) Erfolgt der Stoss zwischen Stein und Eisen, so gelingt es nur in den seltensten Fällen, eine Explosion hervorzurufen; erfolgt der Stoss zwischen Holz und Eisen, so tritt in den Grenzen des Versuchs keine Explosion ein.

4) Durch Hammerschlag auf eisernem Amboss explodirt auch die kleinste Menge; auf einem Sandstein-, Cement- oder Holzboden gelang es nie, mit einem Hammerschlag Explosion hervorzurufen. Auf einem Stein- und Holzboden konnte sogar eine Quantität Dynamit anhaltend mit einem Hammer geschlagen oder unter energischem Drücken mit demselben oder einem andern eisernen Instrumente gerieben werden, ohne dass Explosion erfolgte.

5) Starke electrische Funken rufen keine explosive Zersetzung des Dynamits hervor; nur wenn durch mehrere Funken eine starke Erwärmung eintritt, geht eine langsame, theilweise Verbrennung vor sich.

Obwohl diese Thatsachen nicht zu leugnen sind, so erscheint es doch gewagt, dem daraus gezogenen Schlusse beizutreten, dass Temperaturveränderung, starke Hitze, selbst directes Feuer keine Explosionsgefahr des Dynamits bedingen, wenn letzterer nicht in einem Raume von bedeutender Widerstandsfähigkeit fest eingeschlossen ist.

Es sind noch lange nicht alle Umstände bekannt, unter denen eine Explosion eintreten kann, noch lange nicht sind die traurigen Fälle aufgeklärt, wodurch schon viele Menschen zu Grunde gegangen sind. Factisch ist es, dass jede Temperaturerhöhung des Dynamits auch seine Explosivität vermehrt, wenn er in diesem Zustande einem Stosse ausgesetzt wird. Sowohl bei der Bereitung als auch beim Transport des Dynamits ist die grösste Vorsicht erforderlich.

Es ist noch zu erwähnen, dass viele andere Mischungen von Nitroglycerin unter anderm Namen vorkommen. So stellt der Lithofracteur Nitroglycerin resp. Dynamit mit einem Zusatze von Steinkohlenpulver, Chilisalpeter und Schwefel dar. Dualin ist eine Mischung von Nitroglycerin mit nitrirten Sägespänen: selbstverständlich verdienen diese Fabricate gleiche Beachtung wie Dynamit.

Die Verbrennungsproducte des Lithofracteurs werden bei dem Gehalte an Kohle sicher Kohlenoxyd enthalten und deshalb bei unterirdischen Arbeiten doppelte Vorsicht erfordern.

Um den Dynamit zu entzünden, bedient man sich dreifach geladener Zündhütchen, welche in die Zündpatronen so eingesetzt werden, dass ein Theil des Hütchens noch aus dem Dynamit herausragt. Der Papierrand der Hülse wird aufgebogen und an die Zündschnur mit Bindfaden angebunden; diese Stelle muss mit Wasser, Pech oder Talg umgeben werden, wenn es sich um Sprengungen unter Wasser handelt. Noch besser sind für diesen Zweck dünne Blechpatronen, in deren Hals die Zündschnur mit Hütchen wasserdicht eingesetzt ist.

Sprengungen mit Dynamit belästigen die Arbeiter jedenfalls weit geringer als die mit flüssigem Nitroglycerin. Selbst in Gruben, deren Ventilation keine ausreichende ist, soll sich nach Angabe der Techniker kein bemerkenswerther Nachtheil für die Arbeiter herausgestellt haben, was übrigens zweifelhaft erscheinen dürfte, da überall, wo solche Sprengungen vorgenommen werden, eine kräftige Ventilation ein sanitäres Erforderniss ist, denn es müssen sich die Zersetzungsproducte des Nitroglycerins in einem geschlossenen Raume stets mehr oder weniger geltend machen, weshalb die nothwendigen Vorsichtsmassregeln nie zu vernachlässigen sind.[7])

Kohlehydrate.

In der Natur gibt es zahlreiche Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche noch der Hexylgruppe angehören, sich aber dadurch auszeichnen, dass der Wasserstoff und Sauerstoff zwar in verschiedenen Mengen, jedoch stets in dem Verhältnisse auftritt, in welchem diese Elemente Wasser bilden.

Der erste Repräsentant dieser Verbindung ist der Traubenzucker $C_6H_{12}O_6$, aus diesem entsteht durch Abgabe von Wasser gleichsam ein höher organisirter Körper, der Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$,

$$2C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_{12}H_{22}O_{11},$$

welcher als Anhydrid des Traubenzuckers betrachtet werden kann, während Stärkemehl $C_6H_{10}O_5$ als zweites Anhydrid ohne alle krystallinische Structur auftritt; schliesslich entsteht aus dem Stärkemehl die Cellulose oder Pflanzenfaser $C_6H_{10}O_5$. Durch Zufuhr von Wasser kann man wiederum aus der Cellulose, dem Stärkemehl und dem Rohrzucker Traubenzucker bilden.

Aehnliche Gebilde finden sich auch im thierischen Organismus; der Traubenzucker tritt aber hier mehr als pathologisches Product, namentlich im Harn der Diabetiker, auf und wird bisweilen durch den Muskelzucker, Inosit $C_6H_{12}C_6$, vertreten; im Harn der Diabetiker findet sich dieser nämlich, wenn aller Traubenzucker verschwunden ist. Inosit ist gährungsunfähig und kommt namentlich im Muskelfleisch, im Gehirn und Lungengewebe, in der Pflanzenwelt reichlich in unreifen Leguminosen vor; *Vohl* hat ihn 1856 zuerst im Safte der Bohne (Phaseolus vulgaris) aufgefunden. Die sogenannten Amyloide im Thierorganismus sind ebenfalls pathologische Producte und unterscheiden sich von den pflanzlichen Amyloiden durch den Stickstoffgehalt. Die Cellulose wird durch Jod nicht blau gefärbt; versetzt man sie aber mit concentrirter Schwefelsäure, so wird sie allmählig gelöst und durch Wasser in weissen Flocken ausgeschieden, die durch Jod blau gefärbt werden Die so veränderte Cellulose nennt man in der Chemie ebenfalls Amyloid.

Alle Kohlehydrate charakterisiren sich dadurch, dass sie mit oxydirenden Körpern, mit Kaliumchromat und Schwefelsäure, mit Braunstein und Schwefelsäure Ameisensäure liefern; sie nehmen in der Industrie eine höchst wichtige Stellung ein, da sich einerseits die Zucker- und Stärkemehlfabrication

sowie die Bierbrauerei, andrerseits die Papierfabrication, die Baumwollen-, Flachs- und Leinenindustrie an dieselben knüpfen.

Zuckerindustrie.

A. Traubenzuckerindustrie.

Traubenzucker, Krümelzucker, Glycose $C_6H_{12}O_6$ kommt in der Pflanzenwelt von der niedrigsten Flechte bis zu den am vollkommensten organisirten Pflanzen vor; am meisten findet er sich in den Früchten. Seine Darstellung beruhte in frühern Zeiten auf der Ausscheidung aus dem Honig, in welchem er neben Schleimzucker, dem nicht krystallisirbaren Fruchtzucker $C_6H_{12}O_6$, vorkommt; bei seiner grossen Bedeutung für die Industrie musste er auf billigere Weise dargestellt werden. Man hat das Stärkemehl und die Pflanzenfaser (Lumpen, Sägespäne u. s. w.) zur reichlichern Gewinnung dieses Zuckers benutzt, um seine Verwendung bei der Wein- und Bierbereitung, bei der Branntwein- und Essigfabrication sowie in den Färbereien als Reductionsmittel zu ermöglichen.

Die Fabrication des Traubenzuckers hängt gegenwärtig mit der Fabrication des Kartoffelstärkemehls eng zusammen.

Man hat hierzu die reine Kartoffelstärke, die Abfälle bei ihrer Fabrication oder die geriebenen Kartoffeln selbst benutzt. Für die Weinfabrication kann nur der aus der reinen Stärke, für die Bierfabrication auch der aus den stärkemehlhaltigen Abfällen gewonnene Traubenzucker benutzt werden. Der aus Kartoffelbrei erhaltene Zucker dient nur zur Branntwein- und Alkoholfabrication.

Die Darstellungsmethode des Traubenzuckers bleibt sich hierbei gleich, der Unterschied besteht nur darin, dass im letztern Falle am meisten Schwefelsäure zur Anwendung kommt.

Die Manipulationen zerfallen in 4 Hauptabtheilungen:

1) Die Gewinnung des Zuckers mittels Schwefelsäure. Grosse verbleite Bottiche, in welchen Stärkemehl mit verdünnter Schwefelsäure zusammengebracht wird, werden mittels Dämpfe erhitzt. Das Sieden dauert zuweilen 36 Stunden und zwar unter Entwicklung sehr übelriechender Dämpfe, da sich in Folge der Einwirkung der Schwefelsäure auf Stärkemehl resp. auf die stärkemehlhaltigen Fasern und Schalen ein eigenthümliches Oel von ekelhaftem Geruch bildet, welcher bei vielen Individuen Erbrechen erregt. Das Wasser, welches damit imprägnirt ist, geht sehr rasch in Fäulniss über, darf daher nicht in Schlinggruben abgelassen werden.

Neben dem im Deckel befindlichen Mannloch, welches verschliessbar ist, muss ein Abzugsrohr für die entweichenden Dämpfe angebracht werden: man leitet sie durch ein Schlangenrohr, das beständig abgekühlt wird, um ihre Condensation zu bewirken. Die condensirten Dämpfe werden mit dem Condensationswasser in einem Canale gesammelt, aus welchem ein Abzugsrohr für die nicht condensirten Dämpfe zum Schornstein führt; die condensirte ölige Substanz schwimmt auf dem Condensationswasser. Der Abfluss dieser Wässer in grosse Wasserläufe ist bei grosser Verdünnung gestattet; es ist deshalb für den Betrieb einer solchen Fabrik die Lage an einem Flusse von der grössten Bedeutung. Lässt man die Wässer in Bäche, Gräben oder Wasserläufe mit geringem Gefälle ab, so erzeugt sich sehr leicht die Alge, welche als Leptomitus lacteus in der Zuckerindustrie sehr bekannt geworden ist; Behandlung dieser Wässer mit Kalk oder andern Desinfectionsmitteln (*Süvern's* Mittel) ist daher absolut erforderlich, wenn sie nicht sofort zum Abfluss gelangen können oder nur kleine Wasserläufe zur Verfügung stehen.

2) Die Neutralisation mit Calciumcarbonat und Abscheidung des gebildeten Gipses (Filtration). Die schwefelsaure Traubenzuckerlösung lässt man siedend heiss in verbleite und mit einem Rührwerk versehene Präci-

pitirbottiche laufen. Man setzt geschlemmte Kreide hinzu; unter starkem Aufbrausen scheidet sich die Schwefelsäure als Gips aus, weshalb man nur kleine Quantitäten Kreide zusetzen darf.

Man vermeide den Zusatz von Kalkmilch (Aetzkalk), weil sich beim geringsten Ueberschuss des Fällungsmittels ein Kalksaccharat bildet, welches Blei und andere Metalle auflöst. Um die letzte Spur von Gips zu entfernen, digerirt man schliesslich mit Bariumcarbonat.

Durch Decantation trennt man den klaren Syrup vom Präcipitat: letzteres wird 2—3 mal mit siedendem Wasser ausgewaschen; das Waschwasser wird wieder zum Anrühren neuer Portionen Stärkemehl benutzt.

3) Das Eindampfen des Traubenzuckersyrups. Die Dampfpfannen communiciren mittels eines Rohrs mit den Bottichen; die aus der Zuckerlösung entweichenden Wasserdämpfe werden durch einen Dampfmantel in's Freie oder in den Fabrikschornstein geleitet.

Die Verdampfung wird bis zu 33° B. der Flüssigkeit fortgesetzt. Der auf diese Weise erhaltene flüssige Syrup, Stärkesyrup, bleibt noch einige Tage bis zur vollständigen Ausscheidung des Gipses stehen. Die klare Flüssigkeit wird an Brauer und Honigkuchenbäcker verkauft; für feinere Backwaaren und die Liqueurfabrication ist eine nochmalige Filtration über Knochenkohle erforderlich.

Will man Traubenzucker aus dem Syrup darstellen, so verdampft man ihn im Vacuum oder in offenen Pfannen mittels Wasserdämpfe bis zu 39° B. ein.

4) Die Krystallisation. Die Krystallisationsgefässe, in welche der eingedickte Syrup gelangt, müssen in kellerartigen Gewölben 6—8 Tage lang stehen; die Krystallisation findet dann in blumenkohlartigen Wucherungen statt.

Wenn die Krystalle schon ziemlich farblos sind, so werden sie mittels hydraulischer Pressen in ca. ¼ Centner schwere Würfel gebracht; eine feine Waare wird aber vorher nochmals mit Thierkohle behandelt und umkrystallisirt, um eine vollständige Reinheit zu erzielen.

Enthält ein solcher Zucker Gips, so kann er zur Weinfabrication nicht benutzt werden, da sich möglicherweise während der Gährung Schwefelcalcium bilden kann, welches zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff Veranlassung gibt.

Der aus den Krystallisationsgefässen abfliessende Zuckersyrup wird nochmals weiter eingedampft, um dadurch allen krystallisirbaren Zucker zu erhalten.

Die Mutterlauge (Melasse), welche schliesslich erhalten wird und fast keinen krystallisirten Zucker mehr enthält, ist gewöhnlich mit Arsen (der gebrauchten Schwefelsäure), Blei, Zink und Kupfer verunreinigt. Man nennt diese Melasse auch häufig mit Unrecht Stärkesyrup, Malzersatz, und benutzt sie in Branntweinbrennereien und Bierbrauereien (*Hoff*'sches Malzextract).

Syrop impondérable ist ein Syrup, welcher noch unzersetztes Dextrin enthält und eine dichte, in Wasser leicht lösliche Masse ohne Krystallisation darstellt. Man präparirt ihn aus viel Stärkemehl und wenig Schwefelsäure; er dient zur Fabrication von Confitüren, eingemachten Früchten und Fruchtsyrupen.

Gekörnter Traubenzucker wird in der Weise dargestellt, dass man zur Krystallisation offene Fässer mit siebförmig durchlöchern Böden benutzt. Diese Oeffnungen werden mit kleinen Holzpflöcken verschlossen; man nimmt sie weg, wenn die Flüssigkeit etwa zu zwei Drittel mit Krystallen erfüllt ist, damit der Syrup abtropfen kann, der noch Dextrin enthält und bei der nächsten Operation wieder mit Schwefelsäure gekocht wird. Die Krystalle werden in einem Luftstrome getrocknet und bestehen aus einer Menge rhomboidaler Täfelchen; dieser Zucker ist dem Rübenrohrzucker sehr ähnlich und dient auch zum Verfälschen desselben.

Wird der Traubenzucker aus stärkemehlhaltiger Faser oder aus Kartoffelbrei dargestellt, so ist die Melasse um so schlechter und kann dann nur zur Branntwein- oder Essigfabrication verwendet werden; dass hier die Verunreinigungen in einem noch stärkern Grade auftreten, resultirt aus der Anwendung der grössern Menge Schwefelsäure.

In Frankreich hat man früher Holz, Sägemehl, Holzsägespäne u. s. w. durch Schwefelsäure in Traubenzucker übergeführt und letztern zur Darstellung von Branntwein benutzt; man hat jedoch diese Methode wieder aufgegeben, weil sie umständlich und nicht so nutzbringend wie die aus Kartoffelstärke war.

Bei der Darstellung des Traubenzuckers aus Trauben benutzt man

den Saft der weissen Trauben, welchen man schwefelt, um ihn länger aufbewahren zu können und durch Absetzen zu klären. Um einen Theil der Weinsäure zu neutralisiren, gebraucht man Marmor oder Kreide; man erhitzt dann den Most bis zum Sieden und lässt ihn so lange stehen, bis sich die unlöslichen Calciumsalze abgelöst haben. Hierauf erfolgt die Klärung mit Rindsblut, das Abschäumen und das Eindampfen bis zu 26° B.

Man giesst die ausgeschiedenen Unreinigkeiten ab, nachdem der Most einige Zeit in Fässern abgelagert hat. Nach einem abermaligen Einkochen bis auf 34° B. erhält man einen Syrup, welchen man als solchen verwenden kann, wenn man nicht festen Traubenzucker daraus darstellen will. Zu dem Ende kocht man ihn noch stärker ein und bringt ihn in Krystallisirgefässe, in welchen sich im Verlaufe von einigen Wochen körnige Krystalle ausscheiden, welche man in Zuckerhutform bringt, damit der nicht krystallisirende Zucker, Schleimzucker (Chylariose, χυλάριον, Syrup), abgeschieden und durch Decken mit reiner Traubenzuckerlösung verdrängt wird; auch kann man die Krystalle zu diesem Zwecke in Centrifugalmaschinen behandeln.

Die Krystalle des Traubenzuckers enthalten 1 Molec. Wasser, nur beim Umkrystallisiren aus absolutem Alkohol können sie wasserfrei erhalten werden. Der Traubenzucker ist im Wasser weniger löslich als Rohrzucker und auch weniger süss; die Lösung lenkt die Polarisationsebene nach rechts ab. Die beim Verdampfen derselben entstehenden Krystalle gehören in das rhombische System; bei 170° schmelzen sie unter Abgabe des Wassers und es entsteht Glycosan $C_6H_{10}O_5$. Beim stärkern Glühen verwandelt sich der Zucker in Caramel, in ein braungefärbtes Gemenge verschiedener Verbindungen. Mit Basen geht er constante Verbindungen ein, mit Kochsalz bildet er einen leicht krystallisirbaren Körper und mit vielen organischen Stoffen, namentlich mit Säuren, ätherartige Verbindungen (Glucoside), welche den Glyceriden entsprechen. Bei Gegenwart von Basen findet leicht eine Oxydation desselben statt und verwandelt er namentlich eine alkalische Kupferoxydlösung in Kupferoxydul (Zuckerprobe); er ist unmittelbar gährungsfähig.

B. Rohrzuckerindustrie.

Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$ kommt in sehr verschiedenen Pflanzensäften, aber ganz besonders im Zuckerrohr (Saccharum officinarum) vor, von dem er auch den Namen Rohrzucker erhalten hat.

Verschiedene Palmen, die Melonen, Kürbisse, Maisstengel und vorzüglich der Zucker-Ahorn, Acer saccharinum, enthalten neben Traubenzucker Rohrzucker; letzterer wird in den südlichen Staaten von Nordamerika aus dem Zuckerrohre nur für den häuslichen Bedarf dargestellt. Ausserdem liefern die Blüthen der Cactus, verschiedene Allium-Arten und ganz besonders die Knollengewächse aus den Familien der Cruciferen, die Runkelrüben, den Rohrzucker.

Er krystallisirt in wasserhellen schiefen Säulen und ist in Alkohol schwer löslich: Zuckerlösung lenkt die Polarisation nach rechts. Bei längerer Erhitzung auf 170° spaltet er sich in Traubenzucker und Levulosan:

$$C_{12}H_{22}O_{11} = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{10}O_5.$$

Bei 200° geht er in Caramel über. Mit Alkalien und alkalischen Erden verbindet sich der Rohrzucker wie der Traubenzucker; durch die Hefe verwandelt er sich zunächst in Traubenzucker und spaltet sich dann in die Producte der geistigen Gährung: Kohlensäure und Alkohol. Ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure führt ihn in eine explosive Verbindung, in Nitrosaccharit, über.

Bei gelinder Wärme wird er durch Salpetersäure in Zuckersäure verwandelt:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 3O_2 = 2C_6H_{10}O_8 + H_2O.$$

Wird er damit gekocht, so geht er in Oxalsäure über:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 9O_2 = 6C_2H_2O_4 + 5H_2O.$$

Zur technischen Darstellung des Rohrzuckers im Grossen wird hauptsächlich das Zuckerrohr und die Zuckerrübe benutzt.

1) Rohrzucker aus dem Zuckerrohr.

Die Zuckerfabrication basirt im Allgemeinen auf dem Auspressen des Saftes aus dem Zuckerrohr mittels eiserner Walzenpressen und dem Klären und Eindicken desselben.

Der Saft wird zunächst mit Kalkmilch behandelt und dann in der Siederei in einem System von eisernen oder kupfernen Kesseln eingekocht und zwar bis zum Krystallisationspuncte: hierauf gelangt er in die Krystallisirbottiche. Ein falscher durchlöcherter Boden lässt es zu, dass der nicht krystallisirte Theil (Syrup oder Melasse) abgelassen werden kann: die zurückbleibende Masse heisst Rohzucker, Moscovade oder Puderzucker. Ein mit Thon gedeckter Rohzucker, welcher in Broten in den Handel kommt, heisst Cassonade.

Im Handel unterscheidet man den westindischen Rohzucker (Cuba, Haiti, Jamaica, St. Thomas, Havanna u. s. w.), den amerikanischen (Rio Janeiro, Surinam u. s. w.) und den ostindischen (Java, Manilla, Siam u. s. w.).

Die Melasse stellt eine wässrige Lösung von krystallisirbarem Zucker, Schleimzucker, kleinen Mengen von Caramel, stickstoffhaltigen Substanzen und Mineralsalzen in sehr wechselnden Verhältnissen dar; sie ist von dunkelrothbrauner Farbe, süssem Geschmack und fadenziehender Beschaffenheit.

Hauptsächlich dient sie in den Colonien für die Rumbereitung und nur der kleinere Theil davon wird wie Syrup als Nahrungsmittel benutzt.

Der Rohzucker enthält stets ziemlich viel von dieser Melasse und ist dadurch gelb und braun gefärbt, weshalb er einer Raffination unterworfen werden muss.

Das **Raffiniren des Rohzuckers** geschah früher fast nur in Europa, jetzt aber meist schon an Ort und Stelle, wo der Zuckersaft gewonnen wird; es zerfällt in folgende Manipulationen:

1) Das Schmelzen und Klären. Die Auflösung wird in kupfernen, mit Dampf geheizten Pfannen vorgenommen. In einer zweiten, mit doppeltem Boden versehenen Pfanne (Läuterpfanne) setzt man das Klärmittel zu, wozu man gegenwärtig hauptsächlich die Knochenkohle benutzt; früher gebrauchte man vielfältig defibrinirtes Ochsenblut und gleichzeitig Beinschwarz.

Die Aufbewahrung von grossen Mengen des Klärmittels in den betreffenden Raffinerien erzeugte früher viele Belästigung für die nächste Nachbarschaft, wenn das Blut in Fäulniss überging und dann einen höchst widerlichen Geruch verbreitete. Zur Verhütung derselben ist es zweckmässig, gut geschwefelte Fässer, in die man noch etwas wässrige schweflige Säure oder schwefligsaures Calcium gibt, für die Aufbewahrung des Blutes zu verwenden.

Häufig wendet man noch Kohle und Blut zum Läutern an: das geronnene Bluteiweiss, welches die trübemachenden Bestandtheile aufnimmt, scheidet sich in diesem Falle mit dem Kohlenpulver an der Oberfläche als ein dicker Schaum aus.

2) Das Filtriren der geklärten Zuckerlösung; 3) das Kochen des Klärsels, 4) das Krystallisiren und Kühlen, 5) das Füllen in Formen und 6) das Decken und Trocknen geschieht fast ganz so wie bei der Runkelrübenzuckerfabrication.

2) Rohrzucker aus Runkelrüben.

Obgleich der Rohrzucker in der Runkelrübe schon 1747 vom Apotheker Marggraf in Berlin nachgewiesen und die Darstellung desselben empfohlen worden, so dauerte es doch noch lange, ehe der Rübenzucker mit dem Colonialzucker eine Concurrenz eingehen konnte. Erst am Ende des vorigen Jahrhunderts errichtete Achard in der Niederlausitz die erste Fabrik dieser Art und verwaltete sie auf Anordnung des Königs von Preussen mehrere Jahre lang. Obgleich die durch Napoleon I. angeordnete Continentalsperre eine geeignete Veranlassung gab, dieser Fabrication einen bedeutenden Vorschub zu leisten, so waren doch noch viele Jahre dazu nöthig, um eine vollständigere Saftgewinnung, eine rationelle Reinigung und schnellere Concentration des Saftes, welche eine ergiebigere Ausbeute an krystallisirbarem Zucker bedingt, kennen zu lernen. Viele thätige und verdienstvolle Männer sind pecuniär zu Grunde gegangen, um

spätern Industriellen den Nutzen zu verschaffen und eine Fabricationsmethode zur Ausbildung zu bringen, welche gegenwärtig der Landwirthschaft und vielen andern Gewerben die reichste Erwerbsquelle eröffnet hat, nachdem man immer mehr erfahren hat, dass nur eine rationelle Verbindung des landwirthschaftlichen Betriebes mit der Fabrication den Erfolg bedingt.

Chemische Zusammensetzung der Runkelrübe. Die Stammpflanze der Runkelrübe (Zuckerrübe, Mangold) ist die an der spanischen und portugiesischen Küste wild wachsende Beta maritima. Man zog sie zuerst in Gärten, um die Blattstengel als Gemüse und die rothe Varietät der Wurzeln in verschiedener Zubereitung als Nahrungsmittel zu geniessen; erst im Anfange unseres Jahrhunderts wurde sie Futterpflanze und mit der Vervollkommnung der Rübenzuckerfabrication mit jedem Tage bedeutungsvoller als Fabricationspflanze.[1])

Von dem sorgfältigen Anbau der Runkelrübe hängt ihr Ertrag an Zucker ab.[1]) Die frische Rübe enthält durchschnittlich 84 % Wasser und 9 10 % Rohrzucker ohne Trauben- oder Schleimzucker. Der Maximalgehalt beträgt 13—14 % Zucker. In 1000 Theilen sind als Mittel vieler Analysen enthalten: an Eiweiss 29,30, an Pectin 23,50, an Zucker 98,25, an Salzen in Summa 7,87, d. h. an Kali 3,21, an Natron 1,58, an Kalk 0,80, an Magnesia 0,43, an Eisenoxyd 0,08, an Phosphorsäure 0,58, an Schwefelsäure 0,36, an Chlor 0,59, an Kieselsäure 0,24 und an Wasser 841,08.

Aus dem Vorkommen von Asparaginsäure in den Melassen und Füllmassen hat man auf das Vorhandensein von Asparagin in den Rüben geschlossen; dadurch lässt sich auch die Entwicklung von Ammoniak nach Zusatz von Kalk bei der Runkelrübenzuckerindustrie erklären, da das an sich neutrale Asparagin beim Kochen mit Alkalien oder Kalk unter Ammoniakentwicklung in Asparaginsäure übergeht.

Wahrscheinlich enthalten die unreifen Rüben mehr Asparagin als die reifen, wohingegen die Samenrüben nichts mehr davon enthalten werden. Rüben, welche überwintert haben, scheinen statt Asparagin Asparaginsäure zu enthalten.

In der jüngsten Zeit hat *Scheibler* ein Alkaloid: Betain $C_{30}H_{33}N_3O_{12}$ im Rübensafte entdeckt, das bei der Krystallisation des Zuckers in die Melasse übergeht.

Darstellung des Zuckers aus Rüben. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass der durch Kalkzusatz von seinem Eiweissgehalt und seinen freien Säuren befreite zuckerhaltige Saft durch Abdampfen eingedickt und der ersten Reinigung, der Klärung oder Defäcation unterworfen wird; nach gehöriger Abschäumung folgt alsdann die zweite Reinigung oder Filtration. Durch fortgesetztes Kochen stellt man die Zucker- oder Füllmasse dar, woraus sich schon ein grosser Theil des Zuckers als erstes Product krystallinisch abscheidet. Die betreffende Mutterlauge heisst grüner Syrup, welcher durch Abdampfen das zweite und dritte Product liefert.

Setzen sich in der Mutterlauge, d. h. in der von den ausgeschiedenen Krystallen ablaufenden Flüssigkeit, keine Zuckerkrystalle mehr ab, so nennt man sie Melasse und benutzt sie zur Alkoholdarstellung.

Die verschiedenen Producte kommen als Rohzucker in den Handel, wenn sie nicht durch Decken und Raffiniren zu Raffinade oder zu verschiedenen Melis- und Candissorten verarbeitet werden; der Handel mit diesem Rohzucker hat in der letzten Zeit sehr an Ausbreitung gewonnen.

Betrachtet man specieller die einzelnen Operationen, welche bei der Rübenzuckerfabrication vorkommen, so sind viele derselben rein mechanischer Natur und von keinem sanitären Interesse. Hierher gehört 1) das Waschen und Putzen der Rüben mittels Waschmaschinen, wodurch die denselben anhängende Erde u. s. w. entfernt wird. Die Construction der betreffenden Maschinen ist verschieden; die hierbei abfallenden Wässer sind unschädlich und können frei abgelassen werden.

2) Das Zerreiben oder Zerschneiden der Rüben. Auch hierzu gebraucht man besondere Reibmaschinen, von denen die von Thierry und Robert

die gebräuchlichsten sind; man bezweckt dadurch ein vollständiges Zerreissen der Zellen und eine desto ergiebigere Ausbeute an Saft.

3) Die Gewinnung des Rübensaftes. Nach vielfachen Versuchen, aus dem Rübenbrei durch Centrifugen, nach Schützenbach durch Maceriren, nach Robert aus den grünen Schnitzeln durch das Macerationsverfahren oder durch Diffusion mittels der sogenannten Diffuseurs den Saft zu gewinnen, ist man wieder zum Auspressen des Rübenbreis mittels der hydraulischen Presse zurückgekommen.

Die Pressrückstände, die sogenannten Presslinge, werden gewöhnlich als Viehfutter verwendet und deshalb in Gruben eingemacht, wo sie einer sauren Gährung unterliegen, welche neben Schwefelwasserstoff die übelriechenden fetten Säuren und Milchsäure erzeugt. Diese Gruben dürfen deshalb nicht in unbedeckten Räumen, in Ställen, Kellern oder in der Nähe bewohnter Strassen angelegt werden. Viel zweckmässiger ist es, die Pressrückstände aufgelockert mit geringen Mengen Salz zu mengen und dann mit hydraulischen Pressen in 2—3 Zoll dicke Kuchen zu verwandeln, welche wie gewöhnliches Schwarzbrot in Backöfen gebacken werden. Diese getrockneten resp. gebackenen Presslinge halten sich jahrelang und geben für Pferde und andere Hausthiere ein ausgezeichnetes Viehfutter ab.

Die Presstücher müssen sorgfältig von den ihnen anklebenden vegetabilischen Substanzen gereinigt, also mehrmals in heissem Wasser ausgewaschen werden, weil sie sonst zur sauren Gährung Veranlassung geben. Ist der Betrieb ein grossartiger, so kann auch die Menge des hier abfallenden Wassers eine bedeutende sein; es darf dann nicht frei abgelassen werden, weil es durch seinen Gehalt an vegetabilischen Stoffen sehr leicht Gährungs- resp. Fäulnissprocesse herbeiführt.

4) Die Läuterung oder erste Reinigung des Saftes. Es wird hierdurch die Abscheidung derjenigen Stoffe bezweckt, welche die Krystallisationsfähigkeit des Zuckers beeinträchtigen resp. aufheben. Zuerst wird der Saft in kupfernen Läuterungs- oder Defäcationskesseln mit doppeltem Boden bis auf 60—65° R. erhitzt und bei der eintretenden Coagulation des Eiweisses mit Kalkmilch versetzt, wobei tüchtig umgerührt werden muss, damit eine gleichmässige Mischung entsteht.

Dieser Zusatz führt die Abscheidung der stickstoffhaltigen Substanzen, der phosphorsauren Salze und die Neutralisation der vorhandenen freien Säuren herbei. Während des Kochens entwickeln sich eigenthümliche Riechstoffe und ammoniakalische Dämpfe: nur erstere vermögen ein empfindliches Geruchsorgan zu beleidigen, obgleich die ganze Procedur keine bedeutende, jedenfalls keine schädliche Belästigung veranlasst.

Behufs Entkalkung des Saftes wird der Kalk durch Kohlensäure präcipitirt; diese wird gewöhnlich zu diesem Zwecke aus Holzkohle und Koks, noch besser aus reinen Holzkohlen dargestellt, indem man mittels einer Compressionspumpe die atmosphärische Luft durch die glühenden Kohlen treibt.

Der *Kindler*'sche Apparat, durch welchen die Luft durch die Kohlen gesaugt wird, hat mehr Beifall gefunden. Die Luft strömt durch ein senkrecht gestelltes Gitter und trifft dort auf eine verhältnissmässig dünne Schicht Koks, welche sich in einer Art von Schachtofen durch Nachsinken von oben wieder ergänzt. Das Gas streicht unter einer Reihe von Abkühlungsgefässen und über einen Haufen von Marmor, durch welchen die schweflige Säure aufgenommen wird, in das Waschgefäss, wird von dort durch die Luftpumpe aufgesaugt und nach den Sättigungsapparaten gedrückt.

Statt der Kohlensäure hat man noch sehr viele andere Mittel zum Entkalken des Rübensaftes vorgeschlagen; sehr wenige davon haben sich in der Praxis bewährt. *Frickenhaus* hat die Fluorwasserstoffsäure gerühmt; aber auch Fluormagnesium und überhaupt Fluoralkalimetalle hat man schon in Anwendung gebracht, wobei jedoch zu bemerken ist, dass sich ein Ueberschuss des Fällungsmittels, wenn ein solcher vorkommt, zuletzt in der Melasse vorfindet.

5) Das Abdampfen des geläuterten Saftes. Nachdem der klare Saft von dem Calciumcarbonat, welches sich abgesetzt hat, abgelassen worden ist, gelangt er in die Abdampfpfannen, um hier eine gewisse Concentration zu erhalten, welche für die zweite Reinigung erforderlich ist. Durch dies erste

Abdämpfen concentrirt man gewöhnlich den Saft nur so weit, als sich noch Ammoniak entwickelt.*)

Hört diese Entwicklung auf, so kann man sicher sein, dass die meisten stickstoffhaltigen Körper zerstört sind; dann erst kann auch der Saft seinen Kalk vollständig verlieren, was durch die zweite Reinigung, durch die Filtration über Kohle, beabsichtigt wird.

Das Abdampfen geschieht a) bei gewöhnlichem Luftdrucke entweder über freiem Feuer oder mit Hochdruckdampf oder mittels erwärmter Luft. Am bekanntesten ist die Pfanne von *Pecqueur*, bei welcher Wasserdämpfe von 2—3 Atmosphärendruck in einem Röhrensystem circuliren;

b) bei vermindertem Luftdrucke in den sogen. Vacuumpfannen, welche 1812 zuerst von *Howard* eingeführt worden sind und jetzt fast allgemein zur Anwendung kommen, da die Verdampfung hierbei leichter erfolgt und auch ein Zucker von sehr geringer Färbung erzielt wird. Man erzeugt den luftverdünnten Raum meist mit Hülfe der Luftpumpe, seltner durch die Toricelli'sche Leere.

Beim Gebrauch der Vacuumpfannen muss der Saft möglichst kalkfrei sein, weil sich sonst die Heizröhren mit einer Kalkkruste überziehen, welche das Wärmeleitungsvermögen beeinträchtigt und die Arbeit verlangsamt, weshalb man auch häufig schon vor dem Abdampfen des Saftes eine Filtration des entkalkten Saftes durch Knochenkohle vornimmt.

6) Die zweite Reinigung des Saftes oder Klärung desselben durch Knochenkohle. Früher gebrauchte man die Holzkohle und erst im Jahre 1822 kam die Knochenkohle zur Anwendung, jedoch erst durch Dumont im Jahre 1828 zur richtigen Würdigung, nachdem er die Vorzüge der grob gepulverten Kohle kennen gelernt hatte; die gekörnte Kohle gestattet nämlich ihre sogenannte Wiederbelebung.

Die gebrauchte Knochenkohle enthält ausser dem Farbstoffe und dem Kalk noch Schleim und sonstige fremde Bestandtheile der Zuckersäfte, welche daraus entfernt werden können, so dass die Kohle von Neuem wieder zu gebrauchen ist, ein Vortheil, welcher für die Zuckerfabrication von der grössten Wichtigkeit ist (s. Wiederbelebung der Knochenkohle S. 325).

Die *Dumont*'schen Filter finden sich jetzt in allen Fabriken: man setzt auch bisweilen Blut zur Kohle, wenn der Saft sehr unrein ist, oder wenn man Candis und die besten Melissorten bereiten will.

Den Rückstand benutzt man in der Regel zum Düngen; er ist unter Umständen sehr bedeutend und disponirt sehr leicht zur Fäulniss. Bei der amtlichen Revision einer Zuckerfabrik in Hamburg wurde die Menge eines solchen Rückstandes auf 300,000 Pfd. geschätzt; es kann dann nicht ausbleiben, dass das Ablagern einer solchen Masse durch Geruch und Verunreinigung des Bodens nachtheilig einwirkt.

Als Surrogat der Kohle kann man auch Hühnereiweiss benutzen (s. Candis S. 500).

7) Eindicken des filtrirten Saftes (Klärsels). Nach der zweiten Reinigung gelangt der gewöhnlich bis zu 24° B. verdampfte Saft, welcher Dicksaft, Klärsel oder Kochkläre heisst, im Gegensatz zu seinem früheren Namen Dünnsaft, in die Kochpfanne, um hier bis zum Eintritt der Krystallisation verkocht zu werden; dies geschieht gegenwärtig stets in Vacuumpfannen. Der Siedemeister hält sich hier beständig in einer Temperatur von 40° auf, jedoch ist der Siederaum in der Regel luftig und hoch, daher die Hitze in demselben erträglicher.

Nach hinreichender Concentration des Saftes tritt die Krystallisation mit dem Erkalten desselben ein. Um den hinreichenden Concentrationsgrad kennen zu lernen, bedient man sich empirischer Zeichen, worunter die sogen. Fadenprobe am bekanntesten ist. Man bringt nämlich einen Tropfen Klärsel auf den Daumen, zerreibt ihn mit dem Zeigefinger, trennt die Finger und beurtheilt aus der sich dabei bildenden Fadenlänge sowie aus der Art und Weise, wie der Faden dabei zerreisst, den Grad der Concentration.

---

*) Die Ammoniakbildung in Zuckerfabriken ist so reichlich, dass sogar die verschiedenen Condensationswässer oft deutlich danach riechen.

Man unterscheidet hierbei noch das Blankkochen und das Kornkochen: bei ersterm wird das „probehaltige“ Klärsel in grosse viereckige, niedrige, unter einem guten Rauchfange stehende Pfannen gebracht und hier mittels eigenthümlicher, rechenartiger Rührvorrichtung bis zum fast gänzlichen Erkalten gerührt. Hier findet eine gestörte Krystallisation des Zuckers statt, wobei das Korn des Zuckers klein, die einzelnen Zuckerkryställchen dagegen sehr rein von Syrup werden. Beim Kochen auf Korn dagegen lässt man die Krystallisation statt im Kühler schon in der Vacuumpfanne eintreten und erhält dadurch eine grössere Menge Krystalle; dieses Verfahren wendet man bei einer bessern Zuckermasse an.

8) Die Arbeit auf Rohrzucker oder Brotzucker. Es handelt sich jetzt um die Abscheidung der Melasse von den Zuckerkrystallen und deren Ueberführung in die Form von Rohrzucker oder von Broten. Man bringt nämlich den entweder blank oder auf Korn verkochten Dicksaft aus der Vacuumpfanne in den sogenannten Kühler, ein kupfernes Gefäss, in welchem man den Zucker entweder allmählig erkalten lässt oder erwärmt, wenn er bei niedriger Temperatur eingekocht worden ist.

In letzterm Falle nennt man die Gefässe Anwärmer, da sie einen doppelten Boden besitzen und durch Dampf erwärmt werden. Hat der Zucker hier die passende Temperatur erhalten, so nimmt man die „füllwürdige Masse“ mit einem kupfernen Schöpflöffel heraus und bringt sie in das Füllbecken, welches von Kupfer ist, eiserne Handhaben und einen breiten Ausguss hat, um sie in die Formen zu giessen; diese Formen bestehen jetzt allgemein aus glasirtem oder gefirnisstem Eisenblech, bisweilen auch aus Papiermaché. Nach ihrer Grösse unterscheidet man Melis-, Längs- und Bastardformen.

Für geringern und schwierig krystallisirenden Zucker, für den Rohzucker, gebraucht man die grössern Formen, die Bastardformen, welche grosse Blechkisten darstellen; die kleinen Melisformen, Zuckerhutformen, benutzt man für die bessern Sorten, für Brotzucker oder Saftmelis. Sobald die Zuckermasse gehörig erkaltet ist, wozu gewöhnlich 24 Stunden erforderlich sind, bringt man sie auf besondere Gestelle, unter denen sich der aus der untern Oeffnung der Formen abfliessende Syrup in einem Gefässe ansammelt.

Die Formen stehen an einem warmen Orte (Zuckerboden), damit der Syrup besser abfliesst; die Temperatur beträgt hier permanent 27—30° R. Den Syrup nennt man ungedeckten oder grünen Syrup oder auch Rohzucker-Melasse.*)

Durch das Decken, d. h. das Auswaschen der in den Zwischenräumen der Zuckerkrystalle zurückgebliebenen Melasse mit Klärsel, wird die weitere Reinigung des Zuckers bezweckt.

Dies Decken bestand vor 30—40 Jahren darin, dass man, nachdem die Zuckerhüte mit der Spitze auf die Auslaufbottiche gestellt worden waren, in den obern leeren Theil, der ungefähr 2 Zoll tief war, eine halbflüssige dünne Thonmasse eingoss; die Stuben, in welchen diese Manipulation vorgenommen wurde, hatten ebenfalls eine Temperatur von 28—30° R.

Das Wasser der Thonmasse wurde allmählig an den darunter liegenden Zucker abgegeben; es bildete sich ein ungefärbter Syrup, welcher allmählig nach der Spitze zu sich senkte, den in der Zuckermasse enthaltenen gelben Syrup aufnahm und aus der Spitze in ein darunter stehendes Gefäss als gefärbter Syrup abfloss.

Ein einzelnes Decken dauerte gewöhnlich 8 Tage; musste der Zucker 2—3 mal gedeckt werden, so waren für die Fertigstellung des Zuckers vom Tage des Siedens an bis zur Verpackung 3—4 Wochen erforderlich.

Nach dem Decken kam der Melis aus den Hüten und wurde entweder sofort die noch braune Spitze abgedreht (beste Sorte), oder aber das Brot wurde auf seine Basis gestellt und in einen Raum gebracht, welcher eine Temperatur von 50° R. hatte, damit der nur wenig vorwaltende braune Syrup in der Masse zur gleichmässigen Vertheilung kam (zweite und dritte Sorte von Melis).

---

*) Die Rohzucker-Melasse wird vorzugsweise auf Alkohol verarbeitet und ausserdem noch zur Darstellung von Kaffee-Surrogaten und der sogen. Couleur benutzt; letztere dient als Färbemittel für Essig, Bier und selbst für verschiedene Suppen. Wenn die in der Melasse enthaltenen Salze nicht vorher entfernt worden sind, so erregt ein solcher Zusatz beim Genusse der betreffenden Nahrungsmittel nicht selten Diarrhoe.

Man ersieht leicht, dass dieses Decken zeitraubend und für die Arbeiter höchst ungesund war, da sie sich längere Zeit in einem sehr heissen Raume aufhalten mussten und allen schädlichen Einflüssen einer heissen Atmosphäre ausgesetzt waren; überdies wurde der Melis durch das Auflösen von Zucker weniger fest.

Diese Art und Weise des Deckens wird gegenwärtig nur vereinzelt noch in Deutschland, mehr noch in Frankreich und Spanien vorgenommen. In den meisten Fabriken besteht das Decken in einem Verdrängungsprocesse mittels eines farblosen Syrups; zu dem Ende wird der Melis in den Hüten mit farblosem Zuckersyrup (Klärsel) übergossen und durch Erwärmen der Locale auf 27—30° R. der Syrup zum Durchsickern gebracht, so dass der farblos aufgegebene Zuckersyrup alsdann mit dem Farbstoff geschwängert abfliesst.

Um den letzten Rest der Feuchtigkeit aus den Broten zu entfernen, benutzt man gegenwärtig in allen grössern Fabriken die Nutsch- oder Saugapparate, welche aus liegenden, auf ihrer obern Seite mit trichterförmigen Oeffnungen versehenen Röhren bestehen. In diese Oeffnungen werden die Spitzen der Formen gebracht und mittels eines Kautschukringes luftdicht eingeschlossen; durch eine Luftpumpe wird in den Röhren ein luftverdünnter Raum erzeugt, um den Syrup aus den Spitzen zu saugen; der ausgesogene Syrup fliesst in die Röhren und aus diesen in ein Reservoir.

Um die Kostspieligkeit des Deckens zu vermeiden, wendet man beim Rohzucker sowie zum Reinigen der verschiedenen Producte und Nachproducte in den meisten Fabriken die Centrifugalmaschine an: indem man die Spitzen der Hüte nach der Peripherie derselben hin legt, wird durch die rasche Rotation der Maschine der Syrup nach der Spitze des Hutes gedrängt und fliesst dort mit dem Farbstoff beladen ab.

Erstes Product heisst der Zucker, welchen man durch das Kochen auf Korn erhalten hat und wobei die Zuckermasse durch Erkalten krystallisirt ist (s. S. 498); der dabei gewonnene Syrup wird wegen seines Gehalts an krystallisirbarem Zucker durch Abdampfen und Erkalten auf Zucker weiter verarbeitet und heisst zweites Product; aus diesem erhält man noch ein drittes und viertes Product.

Die beiden letztern Producte nennt man auch Nachproducte; sie stellen gelb gefärbte geringere Zuckersorten, z. B. Farinzucker oder Bastarde dar.

Die reinsten Zuckersorten heissen Raffinade und Melis; darauf folgt der Lumpen- oder Kochzucker.

Der von den geringern Sorten ablaufende Syrup kann nun noch als Melasse verwerthet werden; er unterscheidet sich von der Rohzucker-Melasse, d. h vom grünen Syrup dadurch, dass er frei von Alkalisalzen ist. Die ihm anhaftenden fremden Bestandtheile sind grösstentheils metallischer Natur, sie stammen vom Material der Apparate her und sind demnach verschieden; man findet fast immer Eisen, zuweilen auch Kupfer, Blei und Zink darin. Dieser Umstand ist in sanitärer Beziehung beachtungswerth, da man diese Raffinad-Melasse, wie sie im Handel genannt wird, als Zusatz zu Speisen, zum Versüssen in der Kuchenbäckerei, zur Darstellung von Liqueuren, namentlich von rumähnlichen Branntweinen, welche man in Frankreich Tafia, auch Ratafia nennt, benutzt oder auch statt der Butter auf Brot verwendet.

Sehr häufig geschieht es, dass man die Zuckermasse, um die Farbe zu verdecken und eine grössere Weisse zu erzielen, mit geringen Mengen bläuender Farbstoffe, wie Ultramarin, Berlinerblau und Indigocarmin, versetzt; die beiden letztern Substanzen haben keine nachtheiligen Folgen beim Genuss des Zuckers, wohingegen Ultramarin zu einer unangenehmen Entwicklung von Schwefelwasserstoff Veranlassung geben kann, wenn der Zucker mit Fruchtsäuren in Berührung kommt oder in säuerlichem Wein aufgelöst wird.

9) Das Zugutemachen der Brote. Wenn die Brote an ihrem Boden ziemlich trocken geworden sind, so planirt man sie, d. h. man reinigt den Boden mit einer Bürste oder einem Wasser.

Löschen nennt man das Herausnehmen der Brote aus ihren Formen, wenn ihr Boden hinreichend hart geworden ist; man stösst dabei die Form gelinde gegen einen Holzblock, den Löschblock, bis das Brot sich gelöst hat. Schliesslich werden die Brote in Papier gewickelt, gebunden, gewogen und in den Lagerraum gebracht.

Verfälschungen des Rübenzuckers. Um grauen Meliszucker weiss zu machen oder zu blanchiren, setzt man bisweilen schwefelsaures Barium hinzu; man erkennt diesen Zusatz leicht durch die unvollständige Auflöslichkeit des Zuckers in gewöhnlichem oder mit Salzsäure angesäuertem Wasser. Die Unauflöslichkeit des Bariumsulfats bedingt zwar seine Gefahrlosigkeit für den thierischen Organismus, recht-

fertigt aber nicht die betrügerische Absicht, das Gewicht zu vermehren; ausserdem wird die Wirkung des Zuckers geschmälert.

Wird Baryt zur Präcipitation des Zuckers angewendet, so ist es leicht ersichtlich, dass sowohl der Zucker als auch die Melasse noch Zuckerbaryt oder, je nachdem man Schwefelsäure oder Kohlensäure zur Zerlegung des Zuckerbaryts verwendet hat, schwefelsaures oder kohlensaures Barium enthalten kann. Der Gehalt an dieser alkalischen Erde ist aber so gering, dass von einer giftigen Wirkung des Zuckerbaryts oder Bariumcarbonats nicht die Rede sein kann. Immerhin sind aber diese Körper vom Organismus fern zu halten, da sie auf die eine oder andere Weise Gesundheitsstörungen erzeugen können.

Eine unfreiwillige Verunreinigung kann die mit Kalk im Verhältniss von $^1/_{20}$—$^1/_2$ % sein; man setzt der Zuckerauflösung oxalsaures Ammonium hinzu, um den Kalk als unlösliches oxalsaures Calcium nachzuweisen, oder man verbrennt den Zucker, worauf Calciumcarbonat in der Asche zurückbleibt.

Spuren von Blei und Kupfer kommen nicht selten im Zucker vor.

Fabrication von Candis. Der Candiszucker stellt grosse und harte Krystalle dar und wird fast nur aus Colonial-Rohrzucker bereitet. Der pure Rübenzucker bildet weniger schöne Krystalle; man setzt ihn aber häufig dem Colonial-Rohrzucker zu. Es handelt sich hier um eine völlige Entfärbung des Zuckersyrups, wenn die Krystalle farblos sein sollen.

Je nachdem die Krystalle gelb oder braun sind, enthalten sie auch noch mehr oder weniger Farbstoff. Dem schwarzen Candis, welchen man in Flandern Sucre de Boerhave nennt, setzt man häufig geflissentlich gebrannten Zucker zu. Der weisse Candis dient, weil er sehr rein und kalkfrei ist, zur Darstellung des sogen. Liqueur, die in der Champagnerfabrication zur Anwendung kommende Mischung von Candis in Wein und Cognac.

Zur Darstellung dieses weissen Candis ist eine sorgfältige Klärung durch Knochenkohle und Eiweiss nothwendig. Das klare Klärsel kocht man gewöhnlich über freiem Feuer, bringt es in die Kühler und dann sofort in konische Krystallisirbottiche; diese bestehen aus verzinntem Kupfer- oder Weissblech und sind durchlöchert und zwar in der Weise, dass Fäden durchgezogen werden können, welche quer durch die Bottiche in einem Abstand von einigen Zoll parallel verlaufen. Hierauf werden die Oeffnungen mit einer fetten Thonmasse verschlossen und der probegahre Syrup eingegeben.

Die Bottiche stehen zugerichtet in den sogenannten Candisstuben, welche bis auf eine Temperatur von 60—70° C. erwärmt werden; je nach der Consistenz des Syrups ist die Krystallisation binnen 2—3 Wochen erfolgt. Vor dem Einfüllen ist der Heizraum schon bis auf 30° C. erwärmt; nach Verlauf von 6—8 Tagen beträgt die Temperatur noch 45—50° C. Die Abkühlung erfolgt allmählig, wozu wenigstens 5—6 Tage erforderlich sind.

Ist die Krystallisation vollendet, so wird die Heizkammer geöffnet, die obere dünne Krystallmasse durchstossen und die restirende Syrupsmasse durch Umstürzen der Bottiche auf ein Sieb ausgegossen.

Die Bottiche bringt man zum Abtropfen und Trocknen wieder in die Heizkammer; nach 2 Tagen nimmt man sie wieder heraus, löst von aussen die Fäden und stürzt die Bottiche auf einer ebenen Steinplatte um. Löst sich der Candis nicht von den Wänden der Krystallisirgefässe, so taucht man letztere einen Augenblick in heisses Wasser.

Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Zuckerfabriken.

Bei der Zuckerfabrication übt alle Arbeit, welche mit grosser Hitze verbunden ist, einen nachtheiligen Einfluss auf die Arbeiter aus; namentlich sind in den Candisstuben die Arbeiter beim Aufstapeln resp. Einsetzen der Bottiche einer feuchten und heissen Atmosphäre ausgesetzt. Es gibt Beispiele genug, dass grade die kräftigsten Leute Candisstuben gar nicht betreten dürfen, ohne in einen ohnmachtähnlichen Zustand zu verfallen. Die Einwirkung der Hitze und Feuchtigkeit ist hier zwar energisch, aber nicht von so langer Dauer wie bei der Melisbereitung auf den Deckböden, wo die Arbeiter oft tagelang einer sehr starken, aber weniger feuchten Hitze ausgesetzt sind.

Es wird zwar häufig von der Constitution der Arbeiter abhängen, ob sie

eine Temperatur von 28—30° R. mehr oder weniger gut vertragen können; auf die Dauer muss aber eine starke Hitze, sei sie feucht oder trocken, das Krankheitsbild erzeugen, welches schon früher (S. 178) erörtert worden ist, wenn sich auch nicht immer die extremen Fälle ausbilden. Dass aber auch die Symptome von Hitzschlag schon beobachtet worden sind, dafür sprechen die Erfahrungen von Swift[2]) und Lerick[3]). Krankheitserscheinungen, die in das Gebiet des Hitzschlages gehören, würden gewiss noch häufiger beobachtet werden, wenn man ihnen eine sorgfältigere Beachtung widmen wollte; gewöhnlich werden sie aber von den Fabricanten geheim gehalten oder jeder andern Ursache eher als der überaus hoch gesteigerten Hitze zugeschrieben. Arbeiter, welche vermöge ihrer körperlichen Disposition leichter von solchen Zufällen befallen werden, sollten den hohen Graden der Hitze gar nicht ausgesetzt werden; aber auch Individuen, welche in dieser Beziehung weniger empfindlich sind, sollten nicht ausschliesslich auf das Verweilen in den heissen Deck- und Candisstuben angewiesen sein, da schon die beständige Schweisserzeugung schliesslich erschöpfen muss, zumal wenn nicht durch eine ausreichende Ernährung ein Aequivalent für die gesteigerten Absonderungen geboten wird. In der Provinz Sachsen werden häufig Frauen auf den Deckböden beschäftigt, was nicht zu billigen ist.

Häufig suchen die Arbeiter im Genusse von alkoholischen Getränken eine Erholung, verfallen aber dabei sehr leicht in den Missbrauch derselben; erfahrungsgemäss vertragen die Arbeiter den Genuss von Branntwein bei dieser Beschäftigung gar nicht, was wissenschaftlich eine hinreichende Erklärung findet, weil die alkoholischen Getränke auf das durch die Hitze schon geschwächte Gehirn in ähnlicher Richtung nachtheilig einwirken. Man sieht daher auch bald die Arbeiter zu Grunde gehen, welche der Trunksucht ergeben sind. Die Arbeiter wählen schon instinctmässig eine Mischung von Zuckerwasser und Essig oder vergohrenes Formbadwasser, welches früher bei der Anwendung der Thonformen abfiel und einen bedeutenden Zuckergehalt neben gebildeter Essigsäure enthielt; durch das Trinken eines solchen sauren Wassers wird nämlich das Schwitzen erleichtert und der Gefahr, vom Hitzschlage befallen zu werden, vorgebeugt.

Es hat sich auch hierbei als eine bekannte Thatsache herausgestellt, dass die Arbeiter, welche in solchen Räumen eine trockne Haut behalten, viel eher dem Hitzschlage ausgesetzt sind, unter dessen Symptomen bekanntlich eine trockne, heisse Haut als charakteristisch hervortritt (s. S. 178); man wählt deshalb auch schon von vornherein nur solche Arbeiter für diese Beschäftigung, welche zum Schwitzen leicht geneigt sind.

Tritt während der Arbeit kein Schweiss ein, so müssen solche Arbeiter sofort auf eine andere Weise beschäftigt werden; bei einigen genügt ein derartiger Wechsel, andere aber sind nicht selten auf die Dauer ausser Stande, die Thätigkeit in den heissen Räumen wieder aufzunehmen.

Ueberhaupt ist ein systematischer Wechsel der Arbeit in den Zuckerfabriken durchaus erforderlich, wenn man nicht tüchtige Kräfte hinsiechen lassen will; leider geräth man bei solchen Vorschlägen stets mit dem pecuniären Interesse der Fabricanten in Conflict, obgleich ihre Durchführung wohl möglich ist, wenn die Fabricanten nur den redlichen Willen haben.

In den Candisstuben ist es nicht allein die grosse Hitze, sondern auch die Feuchtigkeit der Luft, durch welche sich die Nachtheile häufen, da grade eine heisse

und feuchte Luft eine starke Transpiration nicht gestattet und vorzugsweise die Bedingungen liefert, unter denen ein Hitzschlag zu Stande kommen kann (s. S. 179).

Ausserdem kommt noch der grelle Wechsel der Temperatur hinzu, wenn die Arbeiter aus dem heissen Raum zum Abholen der Bottiche wieder in's Freie kommen; hierdurch können die mannigfaltigsten Hautstörungen und rheumatische Leiden nicht ausbleiben.

Auch manche Formen von Exanthemen: Acne, Lichen, Ekzem, Erythem oder Furunkelbildung, welche man in Zuckerfabriken häufig beobachtet hat, hängen theilweise mit der grossen Hitze, theilweise auch höchst wahrscheinlich damit zusammen, dass Zuckertheile in die Schweiss- und Talgdrüsen dringen und hier Reizung und Verschwärung erzeugen.

Hautreizungen dieser Art sollen vorzugsweise in der Hohlhand derjenigen Arbeiter vorkommen, welche beim Füllbecken beschäftigt sind. Badeeinrichtungen sind daher in Zuckerfabriken absolut erforderlich, namentlich für diejenigen, welche der grossen Hitze ausgesetzt sind oder deren Hände am meisten mit Zuckertheilchen in Berührung kommen.[4])

Behandlung der Abfallwässer.

Dieser Gegenstand hat seit vielen Jahren die Aufmerksamkeit der Fabricanten in Anspruch genommen, da sie namentlich da, wo die Fabriken nicht an einem grossen Flusse gelegen sind, stets zu ausserordentlich vielen Beschwerden Anlass gegeben haben. Durch ihren schnellen Uebergang in Gährung erzeugen sie überall da, wo sie keinen hinreichenden Abfluss haben, die widerlichsten Gerüche, während die im Wasser suspendirten stickstoffhaltigen resp. eiweissartigen Bestandtheile sich zunächst überall ablagern, wo ihnen eine günstige Stelle geboten wird; Bäche von geringer Breite und Tiefe sowie von schwachem Gefälle werden ganz verschlammt und allmählig mit Algen bedeckt.

Im Regierungsbezirk Merseburg ist der Fall vorgekommen, dass die Besitzerin einer an einem solchen Bache gelegenen Mühle in Folge der starken Entwicklung von Schwefelwasserstoff krank wurde, alles Metallgeschirr in der Mühle sich schwärzte, das Mehl einen widrigen Geruch annahm und sogar das Mühlenrad mit fein vertheiltem Schwefel bedeckt war, der sich durch die Oxydation des Schwefelwasserstoffs ausgeschieden hatte.[5])

Unter den Algen ist es der Leptomitus lacteus, der sich vorzugsweise in Wässern aufhält, in denen durch den Gehalt an Pflanzeneiweiss, Pflanzenfibrin, Gummi, Zucker u. s. w. leicht Fäulniss eintritt. In der Weistritz bei Schweidnitz trat er in den Abflusswässern einer Fabrik auf, welche aus Runkelrübensyrup Alkohol darstellte.[6])

Wie in der Bierbrauerei die „Weichwässer", so sind es in der Runkelrübenzuckerfabrication alle die verschiedenen Abfallwässer mit ihren organischen Bestandtheilen (Tücherwaschwässer, Säurewässer u. s. w.), die dieser Algenart einen besonders günstigen Entwicklungsboden bieten.

Die Erfahrung hat bewiesen, dass diese Algenvegetation nur in fliessenden Bächen beobachtet wird und zwar da, wo die Abflusswässer mit reinem Flusswasser zusammentreffen, weil die Algen nie in ganz fauligem Wasser zur Entwicklung gelangen, sondern dazu mehr oder weniger eines sauerstoffhaltigen Wassers bedürfen.

Wie aber die Schimmelvegetationen Schwefelwasserstoff zu absorbiren

vermögen (s. S. 78), so scheint auch der Leptomitus im Stande zu sein, den Schwefelwasserstoff zu zersetzen. Die Untersuchung desselben hat nämlich einen Gehalt an Eisen ergeben; bei der Zersetzung scheidet sich Schwefeleisen aus, welches sich höchst wahrscheinlich bei der Aufnahme des Schwefelwasserstoffs gebildet hat, da sich nicht annehmen lässt, dass der Gehalt an Schwefel, der bis zu 0,2 % betragen kann, in der Alge präexistirte. Man kann daher auch dem Leptomitus lacteus nicht die Eigenschaft absprechen, auf den Schwefelwasserstoff zersetzend einzuwirken, wie bekanntlich auch die grüne Alge als ein Reinigungsmittel für das Wasser betrachtet wird (s. S. 111).*)

Im gewöhnlichen Leben wird der Leptomitus „Wasserflachs" oder „Wasserhaar" genannt. Ehe diese Vegetationen erscheinen, wird die Oberfläche des Wassers bläulich und irisirend, während sich auf dem Grunde ein weisslich-grauer Schleim ansammelt, der sich in lange Fäden ausziehen lässt; der üble Geruch ist dann bedeutend und die Entwicklung von Kohlensäure, Ammoniak und Schwefelammonium sehr reichlich. Die ausgebildeten Algen bilden ein dichtes Convolut von sehr feinen, gegliederten Fäden, die in eine schwach keulenförmige, mit körniger Masse gefüllte Spitze endigen und sich zu dicken, zopfartigen Büscheln vereinigen. In diesem Convolut hält sich eine grosse Menge von Infusorien auf, ein Beweis, dass in der nächsten Nähe der Algen keine Schwefelwasserstoffentwicklung stattfindet.

Die Alge kann nun einer zweifachen Metamorphose unterliegen; da, wo sich nur fauliges Wasser befindet, zerfällt sie und zersetzt sich zu einer gallertartig zusammengeschrumpften Masse; es tritt ein Geruch nach faulen Fischen ein, der nur durch die Zersetzungsproducte, die verschiedenen Aminbasen, bedingt sein kann.

Je mehr aber frisches Wasser zufliesst und je mehr der stickstoffhaltige Nährboden schwindet, desto mehr geht der Leptomitus in einen grünlichen Schleim über, der sich allmählig zu chlorophyllhaltigen Algen gestaltet.

Der Fäulnissprocess, dem eiweisshaltige Gebilde unterliegen, und der Zersetzungsprocess, dem die Alge bei gänzlichem Mangel an reinem Wasser unterworfen ist, bedingen die Gefahr für die Gesundheit der Menschen; die Gräben und Bäche, welche diese Zersetzungsproducte enthalten, gehören zur Kategorie der Cloaken, die zweifelsohne der Entwicklung von epidemischen Krankheiten Vorschub leisten können. In der Umgebung der Zuckerfabriken würde sich diese Thatsache noch mehr und bestimmter geltend machen, wenn nicht glücklicherweise die sogenannte Campagne, d. h. die eigentliche Fabricationszeit, in die kühlere Jahreszeit fiele; sie dauert in der Regel von Mitte September bis Februar.

Auch macht sich der Nachtheil für den Menschen weniger auffällig bemerkbar, weil es sich bei den in Zersetzung übergegangenen Algen um keinen eingeschlossenen Raum handelt, sondern der Diffusion der Gase im Freien ein hinreichender Spielraum gegeben ist; immerhin werden aber die Adjacenten solcher Gräben oder Bäche einer gewissen Gefahr ausgesetzt sein, wenn die schädlichen Effluvien in grösserer Nähe auf sie einwirken.

Gestattet die Lage der Fabrik nicht die Ableitung der Wässer in einen grossen Fluss, so fordert die öffentliche Gesundheitspflege die Unschädlichmachung aller mit organischen Stoffen imprägnirten Abfallwässer, deren Quantität sich bei einzelnen grossen Fabriken auf täglich 50,000—70,000 Kubikfuss belaufen kann.

Die Reinigung der Abfallwässer hat man früher mittels Gradirwerke oder grosser Schlammbassins zu bewirken gesucht, auch gleichzeitig Desinfectionsmittel, Kalk, Chlorkalk, Carbolsäure u. s. w. angewendet, bis in neuerer Zeit das Süvern'sche Verfahren den meisten Beifall gefunden hat.

---

*) Dieser Vorgang ist aber noch lange nicht hinreichend erforscht und bietet ein interessantes Gebiet weiterer Untersuchungen dar. Es sind über 1000 Arten von Algen bekannt, welche in süssem und salzigem Wasser leben, namentlich bedecken sie im Meere oft unendlich grosse Flächen und man hat in der Südsee Algen gefunden, welche über 300 Fuss lang waren.

Auch in botanischer Beziehung sind die Algen noch wenig aufgeklärt, denn der Leptomitus lacteus wird von *Hallier* zu den Pilzen, von *Kützing* zu den Pilzalgen (Mycophyceae) gerechnet. In der That nähert er sich auch wegen des Mangels an Chlorophyll mehr den Pilzen, während sein Vorkommen im Wasser mehr für die Natur der Algen spricht. *Roth* beschrieb ihn im Jahre 1789 zuerst als Conserva lactea.

Jedes Verfahren dieser Art wird durch die Grossartigkeit der durch die Masse der Abfallwässer bedingten Anlagen kostspielig und deshalb sind die in einer andern Richtung unternommenen Versuche, die Abfallwässer zur Berieselung zu benutzen, in sanitärer Beziehung vielversprechend, wenn die technische Ausführung derselben auf eine sachgemässe Weise bewirkt wird.[6])

Es gehören daher auch die Zuckerfabriken nicht in die Städte, sondern stets in grössere Entfernungen von bewohnten Ortschaften, damit man über das zu berieselnde Ackerland ausreichend gebieten kann.

Selbstverständlich muss die Beschaffenheit des Bodens zur Berieselung geeignet sein. In dieser Beziehung haben die bisherigen Versuche in der Provinz Sachsen gute Erfolge gehabt und viele hierüber noch herrschenden Vorurtheile beseitigt.

Ist die Berieselung aus Mangel an Terrain und wegen der ungünstigen Bodenbeschaffenheit nicht ausführbar, dann soll man lieber ganz davon Abstand nehmen. Die vielfachen Untersuchungen über Berieselung mit dem Inhalte der Schwemmcanäle kommen auch den Zuckerfabriken zu Gute, so dass die Bedingungen, unter denen ein günstiges Resultat zu erwarten ist, schon mit mehr Sicherheit aufgestellt werden können.

So viel ist sicher, dass unter günstigen Bodenverhältnissen und bei einer zweckmässigen technischen Ausführung der Berieselung sanitäre Bedenken nicht laut werden können. Es wird die Zeit kommen, wo auf diese Weise die Abflusswässer den Fabricanten nicht mehr zur Schädigung, sondern nur zum Gewinn gereichen werden.

Ist das Desinfectionsverfahren unvermeidlich, so muss sich seine genauere Ausführung nach den localen Verhältnissen richten, je nachdem das eine oder andere Desinfectionsmittel leichter zu Gebote steht.

Aber auch die desinficirten Wässer dürfen nicht in stagnirende Gräben oder Teiche abgelassen werden, weil selbst bei der sorgfältigsten Desinfection nicht alle organischen Bestandtheile abgeschieden werden; diese werden stets neue Fäulnissprocesse einleiten, wenn sie nicht durch fliessendes Wasser fortgespült werden.

Ungereinigte Abfallwässer dürfen nur durch unterirdische Canalleitung in grössere Wasserläufe mit starkem Gefälle abgeleitet werden: in kleinen Bächen erzeugen sie erfahrungsgemäss die geschilderten Nachtheile. Eine sorgfältige Berücksichtigung aller örtlichen Verhältnisse muss über die Zulässigkeit des freien Abflusses entscheiden und es kann nur im öffentlichen Interesse bedauert werden, dass die Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 die Zuckerfabriken von denjenigen Anlagen ausgeschlossen hat, welche einer besondern Genehmigung bedürfen. In den letzten Verhandlungen hierüber wurde im Reichstage eine Erheblichkeit der Uebelstände im Sinne des § 16 der Gewerbeordnung leider nicht anerkannt.

Verwerthung der Runkelrübenrohzucker-Melasse.

Die Rohzucker-Melasse, eine mehr oder weniger dickliche Flüssigkeit, enthält folgende Bestandtheile: geringe Mengen krystallisirbaren Zuckers, grosse Mengen von unkrystallisirbarem Zucker, ferner Caramel, Traubenzucker, Asparagin, Asparaginsäure, Gummi, lösliche stickstoffhaltige, stärkemehlhaltige Stoffe, eiweissähnliche Substanzen, Pektinsäure, verschiedene Farb- und Riechstoffe, Mangan, Ammoniak, salpetersaure Salze, sämmtliche lösliche Mineralsubstanzen der Rüben, z. B. Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Spuren von phosphorsaurem Natrium, Gips, Magnesiumsulfat, Eisen, sowie Kupfer, Blei und Zinn von den Gefässen herrührend.

Man sieht hieraus, dass die Benutzung der Melasse sich nur auf die Verwerthung zweier Gruppen von den in denselben enthaltenen Körpern mit Vortheil erstrecken

kann, nämlich auf die gährungsfähigen und auf die alkalinischen, dem Acker durch die Rübe entnommenen Mineralsubstanzen.

Dubrunfaut hat vorgeschlagen, den in der Melasse vorhandenen Rohrzucker durch Bariumhydrat abzuscheiden; die Schwierigkeit, diesen Vorschlag technisch zu verwerthen, hat von weitern Versuchen abgehalten.

Man hat die Melasse auch als Viehfutter benutzt; sie wirkt aber leicht abführend und soll bei tragenden Kühen leicht Abortus erzeugen.

Der aus der Rübenzuckermelasse bereitete Alkohol ist reich an Fuselöl, weshalb er zur Darstellung von Liqueuren oder Speiseessig nicht brauchbar ist. Er wird hauptsächlich zur Darstellung von Essigsäure für Bleiweiss- und Bleizuckerfabriken, zur Präparation von Firnissen, zum Ausziehen verschiedener Substanzen in chemischen Fabriken und als Brennspiritus verwendet; auch für Aetherbereitung und andere chemisch-technische Zwecke kann er benutzt werden. In Frankreich soll die Melasse zur Bierbereitung Verwendung finden.

Die zuckerhaltigen, also gährungsfähigen Substanzen liefern durch die Gährung resp. den Spaltungsprocess den Alkohol, welcher durch Destillation gewonnen werden kann. Im Destillationsrückstande, in der Schlempe, bleibt die Mineralsubstanz der Rübe neben den andern gährungsunfähigen Körpern zurück.

Darstellung von Alkohol aus der Melasse. Man verfährt hierbei folgendermassen: Die Melasse wird mit einer grossen Menge Wasser verdünnt und nun entweder direct durch Bierhefe in Gährung gebracht oder mehrere Stunden bei Siedhitze durch eingeblasene Wasserdämpfe mit einigen Procenten Schwefelsäure behandelt. Letzterer Process wird deshalb eingeleitet, um die stärkemehlhaltigen Stoffe, den Rohr- und Schleimzucker durch die Einwirkung der Säure in den nur allein gährungsfähigen Traubenzucker überzuführen.

Durch die Einwirkung der Schwefelsäure muss sich gleichzeitig eine Menge flüchtiger Riechstoffe und flüchtiger Säuren entbinden; dabei sind alle entweichenden Dämpfe mit einem höchst widrigen Rübengeruch beladen. Da sie ausserdem Butter-, Essig- und Baldriansäure neben Salzsäure aus den Chloriden und manchmal salpetrige Säure enthalten, so sind sie saurer Natur und können schädlich auf die Arbeiter einwirken.

Ist bei der Darstellung des Rohzuckers Butter, wie es in einzelnen Fabriken üblich ist, zum Bewältigen des eintretenden Schaums angewendet worden, so enthält die Melasse noch Theile dieser Fettsubstanz, weshalb dann neben den oben genannten Säuren auch noch Capron-, Capryl- und Pelargonsäure entstehen.

Zur Beseitigung dieses höchst ekelhaften Geruchs geschieht meist gar nichts, obgleich es dringend geboten ist, um die Nachbarschaft vor einer grossen Belästigung zu schützen, diese Dämpfe durch einen hölzernen Canal aus dem Bottich in die Feuerung des Dampfkessels zu leiten.

Nach der vollständigen Bildung des Traubenzuckers stumpft man die Säure mit Kreide ab und versetzt die dünne, zuckerhaltige Masse mit Bierhefe, wenn eine Abkühlung bis auf 20—22° R. stattgefunden hat. Es tritt eine sehr stürmische Gährung ein und da in solchen Fabriken bisweilen 10—12 Bottiche in der Gährung begriffen sind, so muss die sich entwickelnde Kohlensäure abgeleitet werden; zu diesem Zwecke sind die Bottiche mit Deckeln zu versehen, aus denen viereckige hölzerne Kasten das Gas in einen gemeinschaftlichen Canal leiten, welcher am Boden des Gebäudes liegt und im Souterrain mit Kasten, die mit gereinigter Soda beschickt sind, in Verbindung steht. Die Kohlensäure wird hier unter Bildung von doppelt-kohlensaurem Natrium absorbirt.

Die gegohrene Flüssigkeit wird nun durch Pumpen in das Destillirhaus gebracht und dort in den betreffenden Apparaten auf Spiritus bearbeitet

Bei der Destillation geht zuerst ein übelriechender, wasserhaltiger Weingeist über und zuletzt erscheint eine milchig getrübte Flüssigkeit, welche mit Butyl-Alkohol, dem Fuselöl der Zuckermelasse, geschwängert ist. Er hat einen höchst widerlichen Geruch; auch der damit geschwängerte Weingeist hat denselben Geruch; er kann nach der gewöhnlichen Methode durch Läuterung mittels Holzkohle nicht ganz davon befreit werden, weshalb auch die Verwendung dieses Rübenspiritus beschränkt bleiben muss.

Darstellung von Pottasche aus der Schlempe. Der Rückstand der Destillation der vergohrenen Melasse, die Schlempe, enthält ausser den fäulnissfähigen organischen Substanzen noch organisch saure und Spuren von phosphor-

sauren Salzen und, wenn Schwefelsäure zur Anwendung kam, auch noch schwefelsaure Salze.*)

Seitdem durch H. Varnhagen im Jahre 1840 die Darstellung von Pottasche aus der Schlempe bekannt geworden ist, hat letztere einen grössern Werth erhalten. Dieser Industriezweig hatte bisher eine grosse Bedeutung, ist aber durch die grossartige Kalisalzindustrie in Stassfurt wieder sehr in den Hintergrund getreten.

Die Schlempe wird behufs Pottaschendarstellung abgedampft und der Rückstand geglüht, wobei zuletzt die sogenannte Schlempepottasche, eine Mischung von fein zertheilter Kohle und Alkalisalzen, resultirt.

Das Abdampfen geschieht meist in grossen flachen Reservoirs, über welche man ein Gewölbe geschlagen hat, um unter diesem ein seitlich liegendes Feuer reverberiren zu lassen. Es entweichen die abziehenden Dämpfe mit den Verbrennungsgasen durch den Schlot, wobei erstere theilweise verbrennen und auch durch die schweflige Säure des Brennmaterials theilweise desodorirt werden. Im Gewölbe ist eine Oeffnung, durch welche man allmählig Schlempe zufliessen lässt. Die eingedickte Masse geräth zuletzt in Brand und wird, wenn sie ganz verkohlt ist, als Schlempepottasche für die Salpeter-, Glas-, Alaun- und Seifenfabrication in den Handel gebracht; da sie wenig Kaliumcarbonat, aber viel Kaliumsulfat neben Chlorkalium enthält, so taugt sie für die Seifenbildung weniger.

Beim Verkohlen entstehen Gerüche, welche an verbrannten Zucker und verbranntes Eiweiss erinnern. Da solche Etablissements grosse Schornsteine haben, so gelangen alle Dämpfe hoch in die Luft, wo sie sehr vertheilt werden, jedoch immerhin die nächste Nachbarschaft durch ihren Geruch belästigen; in Städten und Vorstädten ist daher diese Fabrication nicht zu dulden.

Bestandtheile der Rohpottasche. Die Rohpottasche enthält ausser

---

*) Die Schlempe kann nicht als Viehfutter benutzt werden, weil ihre Bestandtheile trotz des Stickstoffgehalts nicht nahrhaft sind; auch ihr oft widerlicher Geruch schreckt die Thiere vom Genusse ab.

Wegen der organischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen ist die Schlempe bei einer gewissen Verdünnung sehr geneigt, einer weitern Zersetzung (Fäulniss) zu erliegen. Die dabei auftretenden Producte sind neben Mannit und Asparaginsäure im ersten Stadium Milchsäure und in einem weitern Stadium der Fäulniss Butter- und Baldriansäure; selbstverständlich fehlt hierbei Essigsäure nie.

Man hat sich viele Mühe gegeben, die Schlempe auf irgend eine Weise der Fäulniss widerstehend zu machen und die organische Substanz von der Mineralsubstanz zu trennen. Die Hefezellen und eiweisshaltigen Substanzen, welche sie enthält, sind kräftige Fäulnisserreger, weshalb sie, sich selbst überlassen, massenhaft Algen (Leptomitus lacteus) erzeugt; ganz besonders ist letzteres der Fall, wenn man sie in Bäche oder kleine Flüsse ablässt, da sie im verdünnten Zustande weit eher als im unverdünnten fault.

Früher hat man den Zusatz von Aetzkalk empfohlen, um die organischen Bestandtheile aus der Schlempe zu fällen. Dieses Verfahren hat sich aber nicht bewährt; kommt Kalk im Ueberschuss hinzu, so werden Ammoniak und Kali, wenn sie an organische Säuren gebunden sind, frei; durch den alkalischen Ueberschuss wird aber die Bildung von Milch- und Buttersäure begünstigt, so dass der widerliche Geruch nach Buttersäure oft noch unerträglicher wird.

Am sichersten verhindert ein Zusatz von Carbolsäure die Fäulniss; eine damit versetzte Schlempe kann in cementirten Gruben ohne alle Belästigung aufbewahrt werden.

Man hat auch die Schlempe als Dünger benutzt und namentlich Ackerland damit bewässert; sie soll sich besonders gut für drainirtes thoniges Ackerland eignen, wobei nur zu beachten ist, dass die Röhren häufig gereinigt werden müssen, um eine Anhäufung von gährenden Stoffen zu verhüten. Der Thon soll besonders die löslichen organischen Substanzen der Schlempe absorbiren und festhalten.

Ueberhaupt ist es zweckmässig, aus der Schlempe Composthaufen mittels thon- und mergelreicher Erden zu bilden oder vorhandene Composthaufen damit zu begiessen; hierzu kann man selbst die mit Carbolsäure versetzte Schlempe benutzen, welche aber selbstverständlich dann nicht direct auf das Feld gebracht werden darf.

fein zertheilter Kohle und geringen erdigen Substanzen, wie Gips, Thon, Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat, besonders kohlensaures, phosphorsaures, schwefelsaures Kalium, Chlorkalium, zuweilen Schwefelkalium, die entsprechenden Natriumverbindungen neben cyansaurem Kalium und Cyankalium, welches sich durch die Einwirkung der stickstoffhaltigen Substanzen während der Calcination bildet. Letzteres ist die Ursache der massenhaften Ammoniakentwicklung, wenn die Schmelze, welche die Pottasche enthält, beim Auslaugeprocesse mit Wasser übergossen wird.

Ganz ähnlich wirkt auch die Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit beim Lagern dieser Pottasche, weshalb sich in den betreffenden Lagerräumen stets ein starker Ammoniakgeruch kund gibt. Selbst die beim Auslaugeprocesse als unlöslich zurückgebliebenen Theile, die Schlempekohle, enthalten stets noch etwas Cyankalium, welches sich beim Lagern an der Luft grösstentheils zersetzt und als Ammoniak und Blausäure verflüchtigt: wird mehr oder weniger davon durch Regen dem Boden zugeführt, so wird eine baldige Zersetzung in Ammoniaksalze eintreten, welche später in salpetrig- und salpetersaure Salze übergehen und auf diese Weise die zunächst gelegenen Brunnen verderben können. Es ist daher ganz unangemessen, die Schlempekohle frei auf den Höfen der Fabriken abzulagern, wie es meist geschieht.

Die ausgelaugte Schlempekohle wird auch schwarzer Kalidünger genannt, da diese Masse als Zusatz zu andern Düngungsmitteln sehr gut verwerthet werden kann. Ausser 44% Kohlenstoff enthält sie noch Spuren von kohlensaurem, kieselsaurem Kalium, Kieselsäure, schwefelsaures, phorphorsaures Calcium, Bittererde, Thonerde und Eisenoxyd; ihr ziemlich bedeutender Kohlegehalt lässt auch ihre Anwendung als Desinfectionsmittel zu.

Kommt die Schlempekohle mit Säuren zusammen, so findet sofort eine Entwicklung von Blausäure und Schwefelwasserstoff statt.

Reinigung der Rohpottasche. Die Lauge, welche durch Behandeln der Rohpottasche mit Wasser erhalten wird, setzt beim Abdampfen schwefelsaures Kalium und Chlorkalium ab; beide Salze werden gewöhnlich ausgekrukt, getrocknet und in Kaliumcarbonat übergeführt, wenn man sie nicht zur Alaunfabrication benutzt. Das Chlorkalium wird auch zur Salpeterfabrication verwendet.

Wird die Mutterlauge zur Trockne eingedampft und der Rückstand geglüht, so bildet sich das sogenannte rothe Salz, weil es durch Eisenoxyd röthlich gefärbt ist. Durch Auslaugen dieses Salzes und Abdampfen der Lösung erhält man schliesslich die Pottasche, ein Gemisch von kohlensaurem Kalium und Natrium, aus denen man durch mehrmaliges Auflösen und Abdampfen die raffinirte Pottasche darstellt, welche nur 3% Chlorkalium und schwefelsaures Kalium nebst 5% kohlensaurem Natrium enthält.

Darstellung der Milch-, Butter- und Baldriansäure aus der Melasse und Schlempe. Seitdem die Salze dieser Säuren in die Technik eingeführt sind, hat man die Melasse und Schlempe zur Darstellung derselben verwerthet. Die Schlempe kann eben wegen ihres reichlichen Gehalts an Fäulnisserregern als Ferment benutzt werden, um den in der Melasse noch enthaltenen Zucker in die genannten Säuren überzuführen.

Zu dem Ende mischt man 2—3 V. Th. der Schlempe mit 1 V. Th. Melasse und verdickt die Masse bis zu einem Brei mit Schlemmkreide. Dieses sogen. Ansetzen geschieht in grossen Tonnen, welche sich in der Nähe des Dampfkessels befinden und dadurch einer beständigen Temperatur von 30—35° B. ausgesetzt sind.

Die Masse geräth bald in Gährung unter Entwicklung von Wasserstoff resp Kohlenwasserstoff; nach einigen Tagen muss sie umgerührt werden und binnen kurzer Zeit erstarrt sie dann zu einer festen Masse von milchsaurem Calcium Will man letzteres gewinnen, so wird die Masse ausgepresst und so von der Mutterlauge befreit, welche alle Alkalien neben Mannit, unzersetztem Zucker und organischen Substanzen enthält. Man reinigt das abgepresste milchsaure Calcium durch Auflösen in

Wasser unter Zusatz von Thierkohle und Filtration; beim Erkalten krystallisirt es in grossen blumenkohlartigen Massen aus und wird nach dem Trocknen in den Handel gebracht.

Anwendung des milchsauren Calciums. Man benutzt es zur Darstellung von Milchsäure und diese in der Färberei zum Aetzen der Beizen und als Bestandtheil der Zahnpulver zum Reinigen der Zähne.

Zur Darstellung von Butter- und Baldriansäure wird das milchsaure Calcium mit noch 1 V. Th. Schlempe zusammengebracht, umgerührt und wiederum bei der erwähnten Temperatur sich selbst überlassen. Unter Entwicklung von Wasserstoff resp. Kohlenwasserstoff verschwindet allmählig sämmtliches milchsaures Calcium und die Flüssigkeit wird sauer; man setzt nun abermals Kreide hinzu und nach einigen Wochen ist die Gährung vollendet.

Die Flüssigkeit enthält neben geringen Beimengungen von milchsaurem Calcium hauptsächlich butter- und baldriansaures Calcium. Aus diesen Salzen werden durch Destillation mit Säuren die betreffenden öligen Säuren gewonnen, welche für die Darstellung verschiedener Aetherarten Verwendung finden.

In neuerer Zeit zieht man es vor, das gebildete milchsaure Calcium abzupressen und die Mutterlauge auf die Alkalien durch Abdampfen und Calciniren weiter zu verarbeiten; will man dann Butter- oder Baldriansäure darstellen, so verwendet man dazu das rohe milchsaure Calcium unter Zusatz von faulem Käse oder Fleisch (s. Milchsäure S. 433).

Selbstverständlich entwickeln sich bei diesem Processe übelriechende Gase, welche wegen ihres bedeutenden Gehaltes an Wasserstoff und Kohlenwasserstoff gleichzeitig feuergefährlich sind; sie müssen deshalb unter den geeigneten Sicherheitsmassregeln durch Verbrennen unschädlich gemacht werden.

Die Gährbottiche, in welchen die Masse vergährt, müssen dicht verschlossen und in ihren Deckeln mit Abzugscanälen versehen werden, um die Gase unter die Feuerung zu leiten.

C. Milchzuckerindustrie.

Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$ wurde bis jetzt nur im Thierkörper aufgefunden; er kommt in der Kuhmilch, im Blute und im Hühnereiweiss vor; alle Versuche, ihn aus andern Substanzen darzustellen, sind bis jetzt gescheitert.

In der Schweiz wird der Milchzucker im Grossen aus den Molken, welche bei der Käsebereitung abfallen, dargestellt. Der noch gelöste Käsestoff wird durch verdünnte Schwefelsäure präcipitirt und filtrirt, worauf die klare Flüssigkeit vorsichtig abgedampft wird.

Sehr häufig kommt es vor, dass sich theils in Folge von Krankheiten der Thiere, theils durch längeres Aufbewahren der Molken ein Theil des aufgelösten Käsestoffs zersetzt hat, wodurch sich die ganze Reihe der Oxydationsproducte des Caseins bildet; der Zusatz von Schwefelsäure setzt diese in Freiheit und gibt dann zur Ausbreitung eines widrigen Geruches Veranlassung. Da die Nachbarn dadurch ausserordentlich belästigt werden können, so ist polizeilicherseits für die Ableitung dieser höchst penetranten Gerüche Sorge zu tragen.

Der Milchzucker schiesst in rhombischen Krystallen an; verdünnte Säuren verwandeln ihn in Lactose $C_6H_{12}O_6$, welche sich in ihren Reactionen wie Traubenzucker verhält. Gegen eine alkalische Kupferoxydlösung verhält sich der Milchzucker wie Traubenzucker.

Durch Erwärmen mit Salpetersäure verwandelt sich Milchzucker in Schleimsäure $C_6H_{10}O_8$, durch Kochen in Oxalsäure $C_2H_2O_4$. Ein Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure bildet mit Milchzucker Nitrolactit. In Berührung mit zersetztem Casein wird Milchzucker in Milchsäure übergeführt.

Unter gewissen, noch nicht genau gekannten Umständen liefert Milchzucker neben Milchsäure auch Alkohol. Die Tartaren und Kirgisen lassen nämlich die Milch der Stuten in Thierschläuchen sauer werden und schütteln dieselben bis ein dicker Rahm an der Oberfläche entsteht. Die Molke überlässt man dann der Gährung; das Destillat heisst Kumys.

Stärkemehlindustrie.

Stärkemehl, Amylum, Satzmehl $C_6H_{10}O_5$ kommt im Pflanzen- und Mineralreich vor, während sein Auftreten im Thierreich stets pathologisch ist. Wenn es in einigen Ablagerungen von Torf und Braunkohlen gefunden worden ist, so spricht dies für die vorhandenen Reste einer untergegangenen Pflanzenwelt und liefert zugleich den Beweis, dass Stärkemehl der Fäulniss vollständig widersteht.

Im Pflanzenreich bildet es die Hauptmasse der Cotyledonen; reich daran sind die Cerealien, die knolligen Wurzeln der Kartoffeln, die Orchisarten (Salep), die Bataten, die Pfeilwurzel (Arrow-Root) u. s. w; ausserdem ist es ein nie fehlender Bestandtheil aller Bäume. Das Amylum repräsentirt gleichsam das Fett der Pflanzen und wie beim thierischen Organismus bei mangelhafter Ernährung das abgelagerte Fett verbraucht wird, so geschieht dies auch bei den Pflanzen theils während der Ruhe der Vegetation, theils bei der Entwicklung des neuen Keims, wobei die Ernährung auf Kosten des aufgespeicherten Stärkemehls stattfindet. Ein solches Schwinden und Ablagern des Stärkemehls findet sich besonders bei den Nadel- und Laubhölzern.

Das Stärkemehl besteht aus mikroskopischen Körnchen von verschiedener Gestalt, um deren Kern sich das Mehl in concentrischen Schichten abgelagert hat. Durch auf 72° erhitztes Wasser platzen die Hülsen der Körnchen und es entsteht eine gelatinöse Masse, der Kleister; durch Erhitzen bis auf 160° oder durch Behandeln mit verdünnten Säuren wird es dem Gummi ähnlich und heisst dann Dextrin, weil dieses die Polarisationsebene nach rechts dreht. Mit concentrirter Salpetersäure bildet Stärkemehl eine Verbindung, die sich auf Zusatz von Wasser ausscheidet, Xyloidin heisst und ein Salpetersäureäther desselben ist; es ist eine explosive Verbindung und als die erste nitrirte Substanz dargestellt worden. Chlor führt Amylum in Chloral über.

In der heissen Zone sind es die Palmen, welche in ihrem Marke sehr viel Stärkemehl ablagern; hier wird es durch verschiedene Manipulationen (Erhitzen, Rösten u. s. w.) zu Sago verarbeitet. Der rothe Sago ist durch starkes Rösten entstanden und enthält etwas Eisenoxyd.

Die **Moosstärke, Lichenin** $C_6H_{10}C_5$ ist eine Varietät des Stärkemehls und stellt eine durchsichtige, spröde, in Wasser lösliche Masse dar.

Inulin $C_6H_{10}C_5$ ist das Stärkemehl der Knollen der Dahlien oder Georginen, der Wurzeln von Inula Helenium, Cichorium Intybus, Helianthus tuberosus.

Das Stärkemehl aus der wilden Kastanie wird als Sago und neuerdings auch zur Darstellung von Spiritus benutzt.

Paramylum $C_6H_{10}O_5$ kommt in Infusorien vor, quillt in heissem Wasser ohne Kleisterbildung auf und lässt sich in Zucker überführen.

Zur Darstellung von Stärkemehl benutzt man in Europa fast ausschliesslich Weizen, Kartoffeln und Reiss; Roggen und Gerste werden wie Weizen behandelt.

Das in den Pflanzenzellen abgelagerte Stärkemehl wird auf eine mechanische Weise ausgeschieden; die bei dieser Fabrication vorkommenden chemischen Erscheinungen bezwecken nur eine schnellere und vollständigere Wegschaffung der einhüllenden Substanzen, d. h. eine Aufschliessung der Zellen.

Die Hauptmanipulationen bestehen im Zerkleinern, Auswaschen oder Auskneten des betreffenden Materials. In dem ablaufenden Wasser setzen sich die Stärkekörnchen ab, der Bodensatz, die Stärke, wird durch Sieben gereinigt und getrocknet.

Die Modificationen des Verfahrens ergeben sich aus der verschiedenen Natur des Rohmaterials.

1) Stärkefabrication aus Weizen.

Diese Fabrication ist die erste und älteste. Es gibt zwei Methoden zur Darstellung des Weizenstärkemehls; entweder wird das von den Kleien befreite Mehl mit Wasser behandelt und ausgeschlemmt, oder es wird der Weizen

unvermahlen oder geschroten mit Wasser so lange in Berührung gelassen, bis durch den eingetretenen Gährungs- resp. Fäulnissprocess der Kleber löslich geworden ist und die Hülsen durch einen schwachen Druck (Quetschmühle) gesprengt werden können.

Die erstere Methode wird nur in Frankreich und England angewendet und zwar dann, wenn Weizenmehl durch lange Aufbewahrung mulstig (stockig) oder schlecht geworden ist.

Die zweite Methode ist die gebräuchlichste, obgleich sie durch die Fäulnissproducte des Klebers eine sehr belästigende ist; ihr Product ist dagegen viel reiner als das der erstern Methode, welche jedoch den Vortheil hat, dass der Kleber nicht verloren geht, sondern gewonnen wird und als guter Zusatz zum Brote, als Viehfutter und Klebemittel benutzt werden kann. Es ist sehr zu bedauern, dass die Weizenstärkefabrication in Deutschland mit dem Verluste des Klebers zusammenfällt, da hierdurch jährlich unendlich grosse Quantitäten plastischer Nahrungsmittel verloren gehen; vielfach war an manchen Orten die Mahlsteuer Veranlassung, dass man die Methode der Maceration anwenden musste, weil bei dieser nur ungemahlener Weizen benutzt wird.

1) **Die Methode der Maceration resp. Gährung.** Die Vorbereitung des Weizens schliesst bei der Gährungsmethode a) das Einquellen des Weizens in sich. Ist der Weizen ungeschrotet, so muss er je nach der Witterung 2—4 Wochen in grossen Bottichen (Quellbottichen) so lange weichen, bis er zwischen den Fingern leicht zerdrückt werden kann und die Flüssigkeit in saure Gährung übergegangen ist.

Das hierbei abfallende Wasser heisst Sauer- oder Quellwasser, riecht nach altem Käse, ist von schwach gelber Farbe, reagirt stark sauer und überzieht sich mit einer Haut, welche mit unzähligen Pilzen wie besäet ist.

Gebraucht man geschroteten Weizen, so rührt man denselben mit Sauerwasser zu einem dünnen Brei an und überlässt die Masse in Bottichen ebenfalls der Gährung.

b) Das Zerquetschen des gequollenen Weizens geschieht mittels Mühlsteine, welche durch Dampfkraft oder Pferde getrieben werden; häufig, namentlich in grossen Landwirthschaften, tritt man ihn auch mit den Füssen in Säcken (Tretsäcken) aus, wozu sich der geschrotete Weizen am besten eignet.

Das ausgequetschte Gut gelangt mit dem in ihm enthaltenen Wasser und dem Sauerwasser in Satzbottiche; in diesen trennt sich das Wasser vom Stärkemehl und ist selbstverständlich auch sauer; man nennt es jetzt Quetsch- oder Satzwasser, das den grössten Theil des aufgelösten und die Fäulnissproducte des der Fäulniss schon erlegenen Klebers enthält.

c) Das Abschlämmen des Stärkemehls geschieht in den eben erwähnten Bottichen, in welche die milchige Flüssigkeit zum Absetzen des Stärkemehls gebracht worden ist. Nachdem sie umgerührt und wieder in Ruhe gelassen worden ist, zapft man nach einigen Tagen die gelbliche und schwach saure Flüssigkeit ab, welche auch die organischen Säuren nebst dem aufgelösten Kleber enthält.

Dies abgegangene Wasser nennt man Schlämmwasser. In den Bottichen liegt zu unterst die grobe schwere, aber weisse Stärke, aus welcher vorzugsweise die sogenannte krystallisirte und gebackene Stärke gemacht wird; in der Mitte befindet sich die feinste, welche zu Patentstärke in Stängelchen verarbeitet wird, und zu oberst die durch aufgelösten Kleber, Hülsen und andere Unreinigkeiten grau gefärbte Stärke, welche abgenommen und später gebleicht wird.

Wenn sich die Stärke in den Bottichen als feste Masse abgelagert hat, wird sie mit Schaufeln in mit Tüchern ausgefütterte Körbe zum Abtropfen gegeben.

d) Das Trocknen der Stärke. Nach dem Trocknen gelangt die Stärke in den Lufttrockenraum, welcher aber im Winter künstlich erwärmt werden muss, damit sich die Stärke durch das Gefrieren des Wassers nicht zerklüftet. In schwach feuchtem Zustande wird sie in die Trocken- oder Backstube

gebracht und hier unter allmählig gesteigerter Temperatur bis 50—60° R. erwärmt, wozu sich am besten Luftheizung eignet.

Die Arbeiter betreten erst den Raum, wenn er auf 24—30° R. abgekühlt worden ist; der starke Staub von Stärke, welchem sie hier ausgesetzt sind, wirkt weniger nachtheilig ein als die hohe Hitze. Hier ist Alles zu berücksichtigen, was schon über die nachtheiligen Folgen hoher Hitzegrade gesagt worden ist (s. S. 179); es handelt sich hier aber mehr um eine trockne als feuchte Hitze.

An den Fenstern solcher Trockenstuben, wo sich die atmosphärische Feuchtigkeit niederschlägt, beobachtet man nicht selten Bildung von grünen Algen, ein Beweis, dass diese auf einem stärkemehlhaltigem Nährboden gut gedeihen.

In sanitärer Beziehung ist zu beachten, dass sich, wenn die saure Gährung in den Quellbottichen eintritt, Kohlensäure, Sumpfgas und etwas Schwefelwasserstoff entwickeln. Die Gase enthalten die organischen flüchtigen Säuren, die Zersetzungsproducte des Klebers, wodurch ein belästigender und für manche Individuen auch nachtheiliger Geruch entsteht.

Damit sich diese Gase und Dämpfe nicht in dem Arbeitsraume verbreiten, müssen die Deckel der Bottiche mit Ableitungsröhren versehen werden, damit sie unter den Rost einer Feuerung gelangen können.

Das Sauerwasser sowie das Quetsch- und erste Schlämmwasser sind von derselben Beschaffenheit und dürfen weder in offene Strassenrinnen noch in öffentliche Canäle abgelassen werden, da sie in Folge einer weitern Fäulniss des aufgelösten Klebers einen entsetzlichen Geruch erzeugen, der vorzugsweise durch die flüchtigen organischen Säuren und das Schwefelwasserstoffgas bedingt ist.

Nach den Untersuchungen von *Vohl* besitzt der Abdampfrückstand dieser Wässer einen Geruch nach thierischem Leim, bildet eine klebrige Masse und liefert beim Erhitzen nach dem Verdunsten des Wassers einen unangenehmen Geruch nach verkohlenden Thiersubstanzen (Horn oder Haaren). Die Asche des Abdampfrückstandes besteht grösstentheils aus in Milch- und Essigsäure löslichen, phosphorsauren, alkalischen Erden und Alkalien neben geringen Mengen von Chloriden der Alkalien, Eisenoxyd, Spuren von Mangan und schwefelsauren Salzen.

Zum Nachweis der in diesen Wässern enthaltenen organischen Verbindungen, der Säuren und Basen, wurde Sauer- und Schlämmwasser mit dünner Kalkmilch neutralisirt und der Destillation unterworfen. In dem Destillate konnten ausser Ammoniak noch Aethylamin, Triäthylamin und Propylamin nachgewiessen werden. Diese flüchtigen organischen Basen kommen jedoch in geringer Menge vor, sind an die Säuren gebunden und liefern deshalb geringen oder gar keinen Beitrag zu den hässlichen Ausdünstungen.

Im Destillationsrückstande wurden a) an flüchtigen organischen Säuren: Essig-, Propion-, Butter-, Baldrian-, Capron-, Benzoë- und wenig Ameisensäure, b) an nicht flüchtigen Säuren: Milch-, Bernstein- und Oxalsäure nachgewiesen. Während der Destillation entweichen Kohlensäure und Schwefelwassertoff.

An anorganischen Säuren fanden sich Schwefel- und Phosphorsäure, Chlorwasserstoff und geringe Mengen Kieselsäure vor.

Ausser diesen Säuren und Basen enthalten die Wässer auch noch Leucin und den durch die Gährung veränderten und in Wasser löslich gewordenen Kleber, welcher namentlich das Material zu einer weitern Fortsetzung des Fäulnissprocesses liefert, weshalb schon aus diesem Grunde das Unterbringen der Wässer in Schlinggruben nicht zulässig ist, denn es würde daselbst eine reiche Quelle von Geruchsbelästigung entstehen, abgesehen davon, dass durch die sauren und auflösenden Eigenschaften dieser Wässer leicht eine Infiltration der benachbarten Brunnen veranlasst werden kann. In öffentlichen Canälen würden sie ein baldiges Verschlammen veranlassen, wenn sie mit andern kalkhaltigen Flüssigkeiten, z. B. mit dem Wasser von Weissgerbereien und Leimsiedereien, in Berührung kämen*), da Kalkzusatz in diesen Wässern sogleich

*) Es wäre überhaupt sehr zweckmässig, dass diejenigen Gewerbe, welche kalkhaltiges Wasser abführen, dasselbe mittels Satzgruben durch Zusatz eines kohlensauren Alkalis zu entkalken suchten, ehe sie es in die öffentlichon Canäle ablassen.

einen schlammigen Niederschlag erzeugt: der Geruch und der weitere Fortgang der Fäulniss würde freilich dadurch verhütet. In kleinen Bächen können sie auch die Entstehung von Leptomitus lacteus veranlassen.

Der Transport des Sauerwassers aus der Fabrik, um auf dem Acker wie Jauche zum Berieseln verwerthet zu werden, ist bei einem grossen Betriebe unausführbar, weil zu grosse Kosten für den Fabricanten entstehen würden, wenn man nur bedenkt, dass oft täglich mehrere Tausend Kubikfuss Wasser zum Abfluss kommen. Nur wenn die Fabrik über Ackerland gebietet und in unmittelbarer Nähe desselben liegt, würde diese Art der Verwerthung des Sauerwassers sehr erspriesslich sein. Sonst bleibt kein anderes Mittel übrig, als alle von der Weizenstärkefabrication abfallenden Wässer, sowohl das Sauer- als auch das Quetsch- und Schlämmwasser, mit frischer Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction zu versetzen, was in der Fabrik in grossen Bottichen oder cementirten Behältern geschehen muss: der sich bald bildende schlammige Niederschlag wird zum Abtropfen in Körbe, welche inwendig mit grobem Packtuch bekleidet sind, gegeben.

Dieser Kalkniederschlag ist wegen seines Gehalts an phosphorsaurem Calcium und stickstoffhaltiger organischer Substanz ein vortrefflicher Dungstoff, durch welchen die auf die Präparation der Wässer verwendeten Ausgaben bezahlt werden. *Vohl* fand in 100 G. Th desselben 11,6938 % Phosphorsäure und 0,4661 % Stickstoff.

Das abfliessende Wasser ist klar, ohne Geruch und darf ohne Gefahr in öffentliche Strassenrinnen oder Canäle abgelassen werden: man kann es 14 Tage lang bei einer constanten Temperatur von $+25^0$ R. sich selbst überlassen, ohne dass es in Fäulniss übergeht.*)

2) **Die Methode der Stärkegewinnung ohne Gährung.** Man wendet den Weizen fein gemahlen oder geschrotet an und formt daraus mit Wasser einen gleichförmigen Teig, welchen man einige Zeit sich selbst überlässt. Alsdann folgt das Auswaschen des Teigs auf einem grossen ovalen Siebe aus Drahtgitter, welches über einem grossen Bottich aufgestellt ist.

Während Wasser in einem feinen Strahle zufliesst, drückt und wendet man beständig den Teig, bis die Stärke ausgewaschen ist: man fährt so lange damit fort, bis das Wasser nicht mehr milchig abläuft und der Kleber als eine braune, faserige und stark zusammenhängende Masse mit den Kleien zusammen übrig bleibt

Die bei dieser Methode abfallenden Wässer sind in sanitärer Beziehung ebenfalls zu beachten, da sie stickstoffhaltige und stickstofffreie Bestandtheile des Weizens gelöst enthalten, welche mit grosser Begierde atmosphärischen Sauerstoff absorbiren und dadurch leicht in Gährung resp. Fäulniss übergehen. Frisch können diese Wässer zum Anmachen von Viehfutter benutzt werden: will man sie zum Düngen verwenden, so müssen sie mit Kalkmilch versetzt werden.

Die Kleien sind durch den ausgeschiedenen Kleber zusammengeballt: dieses Gemenge lässt sich mit Vortheil als Viehfutter benutzen, gewöhnlich sondert man jedoch die Kleie vom Kleber ab, indem man das Gemenge in Berührung mit Wasser sich selbst überlässt, wodurch eine saure Gährung eintritt und der Kleber auf Kosten der gebildeten Säure gelöst wird.

Die Kleberlösung wird nun mit Kreide neutralisirt, filtrirt und abgedampft. Es bildet sich hier schliesslich eine dicke, syrupsartige Flüssigkeit, welche alle Eigenschaften des thierischen Leims zeigt, nur mit dem Unterschiede, dass die Masse, einmal getrocknet, höchst schwierig aufzuweichen ist. Mit Stärkekleister zusammengemischt, ist sie ein vortreffliches Bindemittel bei Papparbeiten und übertrifft die Bindekraft des sogenannten Buchbinderkleisters, welcher eine Mischung von Leim und Stärkemehl zu gleichen Theilen darstellt. Im Handel kommt dieser Körper als Schusterstärke

---

*) Das Sauer-, Quetsch- und Schlämmwasser lässt sich auf die Gewinnung der Milch-, Butter-, Essig-, Baldriansäure u. s. w. bearbeiten.

Durch Versetzen dieser Wässer mit Kalk werden die Phosphorsäure und ein Theil des Klebers abgeschieden. Die klare Flüssigkeit gibt beim Abdampfen eine Krystallisation von milchsaurem Calcium, das auf Milchsäure bearbeitet werden kann.

Die Mutterlauge wird entweder direct mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und destillirt, wobei sich viel Gips abscheidet, oder man schlägt durch Soda den Kalk nieder, gewinnt aus der geengten Salzlösung entweder durch Krystallisation zuerst das essigsaure Natrium und verarbeitet die Mutterlauge auf Butter-, Baldriansäure u. s. w., oder man destillirt die Natronsalze direct mit Schwefelsäure und scheidet die Säuren durch ihren Siedepunct.

vor. Auf dieselbe Weise kann auch der Inhalt der sogenannten Tretsäcke (s. S. 510) verwendet werden.

Soll der Kleber als Nahrungsmittel benutzt werden, so bringt man die Kleienmasse mit vielem Wasser in einem Bottich zusammen, rührt längere Zeit kräftig durch und lässt nach einiger Zeit Ruhe die Flüssigkeit bis auf den dritten Theil abfliessen; im Grunde derselben ist dann der grösste Theil des Klebers mit wenig Kleie abgelagert. Man knetet die Masse unter Wasser zusammen, wodurch der Kleber sich zusammenballt und die Kleie fahren lässt; auch kann er durch eine Auflösung von kohlensaurem Natrium aus der Kleie ausgezogen und mittels einer Säure aus dieser Lösung gefällt werden. In beiden Fällen kann er als Nahrungsmittel, als Zusatz zum Brote oder auch als sogenanntes Kleberbrot bei diabetischen Kranken Verwendung finden.

Mit Mehl und Wasser zu einem Teig geformt, ist er auch zur Fabrication von Macaroni, Nudeln u. s. w. gebraucht worden; der frische Kleber hat nur die üble Eigenschaft, leicht zu faulen und kann daher in diesem Zustande nicht lange aufbewahrt und transportirt werden.

Neuerdings hat man den Kleber wie Graupe granulirt und dann getrocknet; zu dem Ende knetet man den Kleber mit der doppelten Gewichtsmenge Mehl zusammen, rollt den Teig in lange Streifen und formt daraus Körner, welche bei 30—40° getrocknet und dann durch Sieben sortirt werden; indem man sie mit Mehl bestreut, verhütet man ihr Zusammenballen. Diese „Klebergraupe" wird als vortreffliches Nahrungsmittel gerühmt.

Alle bei der Weizenstärkefabrication abfallenden Hülsen geben ein sehr gutes Viehfutter und können wie die Runkelrübenpresslinge behandelt werden; nur als Pferdefutter taugen sie nicht, da namentlich die vom Kleber befreiten Kleien, in welchen Magnesiumphosphat aufgeschlossen ist, bei den Pferden die Blind-Darmsteine, die aus phosphorsaurem Ammonium-Magnesium bestehen, erzeugen.

B. Stärkefabrication aus Kartoffeln.

Von den verschiedenen Wurzeln und Knollen ist es vorzugsweise die Kartoffel, welche zur Stärkefabrication benutzt wird. Als Mittel von vielen Analysen enthält die Kartoffel in 1000 Theilen an Stärkemehl 157,97, Cellulose 65,94, Dextrin 19,39, Eiweiss 13,54, Fett 1,60, Asparagin 0,80, Extractivstoffen 9,20, Salzen 10,49, Wasser 741,52, Kali 6,50, Natron nur Spuren, Kalk 0,27, Magnesia 0,55, Eisenoxyd 0,05, Phosphorsäure 1,86, Schwefelsäure 0,49, Chlorkalium 0,61, Chlornatrium 0,13 und Kieselsäure 0,18.

Wegen des fehlenden Klebers in der Kartoffel ist eine andere Darstellungsmethode als beim Weizen angezeigt; dieselbe zerfällt:

1) in das Zerreiben der Kartoffeln mittels Reibmaschinen. Man bedient sich hierbei gewöhnlich eines Reibcylinders, wie er in den Rübenzuckerfabriken zum Zerreiben der Rüben gebräuchlich ist.

Dem Zerreiben geht selbstverständlich ein Reinigen und Waschen der Kartoffeln mittels mechanischer Vorrichtungen voraus. Das Zerreiben bezweckt ein Zerreissen der Zellen der Kartoffeln und damit ein Blosslegen des Stärkemehls, um dasselbe durch Auswaschen und Reinigen leichter gewinnen zu können.

2) Die Abscheidung der Stärke aus dem zerriebenen Kartoffelbrei. Dies geschieht durch Schlämmen auf Sieben oder Siebtrommeln; häufig bedient man sich dazu mehrerer Reihen von Drahtsieben von verschiedener Feinheit, welche über einem Bottich übereinander stehen.

In das Drahtsieb mit den weitesten Maschen gelangt zunächst der Kartoffelbrei, während das Auswaschen durch einen beständig zufliessenden Wasserstrahl bewirkt wird.

Die betreffenden Einrichtungen sind in den verschiedenen Fabriken verschieden ausgeführt; recht wirksam ist eine Einrichtung, durch welche dem Siebe eine rüttelnde Bewegung mitgetheilt wird.

3) Die Reinigung der Stärke durch Absetzenlassen. Dies geschieht in grossen Bottichen durch Auswaschen und Durchseihen; das aus der Satz-

flüssigkeit gewonnene Stärkemehl wird auf geeignete Weise auf Seihetücher gebracht und an der Luft getrocknet.

4) Das Trocknen in Backstuben. Um eine constante Trockenheit der Stärke zu bewirken, wird sie in der Backstube bei einer Temperatur von 40—50° behandelt.

In Frankreick steigert man in einem grossen gemauerten Kasten die Wärme nach und nach bis auf 60° und sogar auf 85° R. Die langsame Steigerung der Hitze ist nöthig, damit die Stärke wegen ihres hohen Wassergehalts nicht in Kleister übergeht.

Die Stärke kommt entweder im zerbröckelten Zustande als sogen. Schäfchen oder als Stengelstärke in den Handel. Im erstern Falle lässt man die getrockneten und zusammengebackenen Stücke zwischen Walzen gehen; zur Darstellung der Stengelstärke knetet man die noch feuchten Stärkekuchen mit Wasser zu einem dicken Teige und lässt diesen mittels Maschinen durch Trichter mit vielen kleinen Oeffnungen gehen.

Die Wasch- und Satzwässer. Dieselben sind mit den löslichen eiweisshaltigen Stoffen der Kartoffeln geschwängert, enthalten stickstoffhaltige und stickstofffreie Extractivstoffe nebst den löslichen Mineralsubstanzen. Bei grosser Verdünnung und bei warmem Wetter gehen sie leicht in Fäulniss über, weshalb die oben genannten Fäulnissproducte auch hier, aber nur in einem geringern Grade, auftreten; nur die Buttersäure ist in einer grössern Menge vertreten (s. S. 511).

Diese Wässer verdienen deshalb eine grössere sanitäre Berücksichtigung als ihnen bisher zu Theil geworden ist. Jedenfalls dürfen sie nicht in Schlinggruben abgelassen werden; kann man sie nicht auf irgend eine Weise verwerthen oder als Dungmittel benutzen, so müssen sie ebenfalls in Bottichen oder cementirten Cisternen mit Kalkmilch versetzt werden.[1])

Behandlung der festen Rückstände. Die bei der Kartoffelstärkefabrication abfallende Cellulose, welche noch stets Stärkemehl enthält, kann auf verschiedene Weise verwerthet werden. Sie kann als Viehfutter frisch verbraucht oder in Gruben eingesalzen werden; in letztern Falle wird eine Milchsäure-Gährung eintreten unter gleichzeitiger Entwicklung von flüchtigen fetten Säuren neben Schwefelwasserstoff.

In andern Fabriken wird der Rückstand mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, um Traubenzucker daraus zu bereiten, welcher der Gährung unterworfen und auf Spiritus weiter verarbeitet wird; statt der Schwefelsäure kann man auch hier geschrotetes Malz (Dextrin) nehmen. In Frankreich, namentlich im Elsass, wird der Rückstand mit Salz versetzt, abgepresst und in Brotform verbacken, um als Futter für Pferde und Rindvieh zu dienen.

Das Bleichen der Stärke. Neuerdings gebraucht man zum Bleichen der grauen Stärke aus Cerealien vielfach die Schwefelsäure. Wenn die Stärke abgenommen worden ist, wird sie in Wasser aufgerührt und mit der Schwefelsäure versetzt; man benutzt hierzu eine entsprechende Menge concentrirter Schwefelsäure von 66° B., die mit dem 20—30fachen Vol. Wasser verdünnt wird. Selbstverständlich lässt man diese Verdünnung erst erkalten, ehe man sie zugibt.

Man verwendet auch die *Javelle*'sche Flüssigkeit, welche man zuerst der im Wasser aufgerührten Stärke zusetzt, um dann die in obiger Weise verdünnte Schwefelsäure allmählig zuzumischen.

Beim Gebrauch der Schwefelsäure ist der Umstand sehr beachtungswerth, dass, wenn sie im rohen Zustande zur Anwendung kommt, alle Verunreinigungen derselben, besonders Blei und arsenige Säure, mit dem Stärkemehl niedergeschlagen werden. Da die hierbei resultirenden Abflusswässer schwefelsäurehaltig sind, so dürfen sie nicht ohne vorherige Neutralisation mit Kalk in öffentliche Canäle abgelassen werden. Man darf auch nicht vergessen, dass die Stärke als Nahrungs- und Genussmittel zur Anwendung kommt und unter Umständen durch die oben genannten Verunreinigungen schädlich auf die Gesundheit der Menschen einwirken kann. Für die Erforschung der Krankheitsursachen ist die Kenntniss solcher Vorkommnisse von Wichtigkeit.

Verfälschung der Stärke. Unter den absichtlichen betrügerischen Zusätzen zur Stärke sind Gips, Bariumsulfat und Lenzin zu erwähnen; diese Substanzen findet man nach der Verbrennung in der Asche wieder.

Die feinste blaue Patentstärke ist eine mit Ultramarin gemischte Kartoffelstärke; dieser Zusatz ist zwar nicht als eine Verfälschung zu betrachten, wird jedoch eine solche Stärke für die Zubereitung von feinen Mehlspeisen benutzt und mit Fruchtsäften inVerbindung gebracht, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, grade wie es bei dem mit Ultramarin versetzten Zucker der Fall ist.

C. Stärkefabrication aus Reis.

In neuerer Zeit werden die geringen Reissorten und das beim Schälen des Reises abfallende Reisklein zur Stärkemehlfabrication benutzt. Bekanntlich sind die Reiskörner von grosser Härte und findet das Ausquellen derselben in Wasser sehr schwierig und langsam statt; man hat deshalb Mittel in Anwendung gebracht, durch welche die Wasseraufnahme begünstigt resp. beschleunigt und somit schliesslich ein Zerfallen der einzelnen Reiskörner bewerkstelligt wird.

Im Reiskorn ist das Stärkemehl mit einer eiweissähnlichen Substanz gleichsam als Bindemittel verbunden, die aber in Säuren und Alkalien leicht löslich ist; besonders sind es die organischen Säuren, die Essig-, Citronen-, Weinstein- und Oxalsäure und von den anorganischen Säuren die Schwefelsäure, welche ein bedeutendes Lösungsvermögen dieser Substanz gegenüber besitzen.

Die Darstellungsmethode besteht nun darin, dass man den Reis in schwach angesäuertem Wasser aufquellen lässt; zur Ansäuerung benutzt man vorzugsweise Essig- oder auch Schwefelsäure, die aber möglichst rein sein muss. Diese Procedur dauert ungefähr 24 Stunden lang; dann wird der gequollene Reis mit einer schaufelförmigen Rührvorrichtung bewegt, wodurch sich die einzelnen Körner abreiben; die Masse wird immer dicker und breiiger, weshalb von dem angesäuerten Wasser fortwährend zugesetzt werden muss. Nach 2—3 Stunden ist der Reis in einen feinen weissen dünnen Brei verwandelt, man gibt mehr Wasser zu und decantirt.

Das Waschen findet so lange statt, als noch eine Spur von Säure zu entdecken ist. Man lässt nun den Brei Siebe passiren, wodurch eine graue, eigenthümlich kleberartige Masse ausgeschieden wird; dann verfährt man wie bei den andern Darstellungsmethoden.

Die bei dieser Fabrication entstehenden Abflusswässer, sei nun Essig- oder Schwefelsäure gebraucht worden, enthalten neben Zucker noch Gummi und stickstoffhaltige, eiweisshaltige Substanzen aufgelöst; sich selbst überlassen, gehen sie bald in eine faulige Gährung über, wobei sich dieselben Producte wie bei der Weizenstärkemehlfabrication ergeben, nur ist beim Reiswasser die Entwicklung von Schwefelwasserstoff viel bedeutender. Die anzuwendenden Vorsichtsmassregeln bleiben dieselben.

In Frankreich hat man angefangen, auch aus Rosskastanien Stärkemehl zu bereiten, welches dem aus Getreide bereiteten gleichkommen soll.

Eine grosse Menge Sago, welche jetzt im Handel vorkommt, ist aus Kartoffelstärke fabricirt und mit Eisenoxyd oder gebranntem Zucker gefärbt; der ächte Sago wird auf den Molukken und Philippinen aus dem Marke der Sagopalme bereitet. Das Verfahren des Waschens, Durchsiebens, des Absetzenlassens und Ausbreitens auf Tücher findet auch hier statt, nur wird die feuchte Masse noch mittels Reibens durch Metallsiebe gekörnt, wobei man die Körner auf eine heisse Kupferplatte fallen lässt; hierdurch geht die Stärke grösstentheils in Kleister über und stellt dann die bekannten harten Körner dar.

Dextrin-Industrie.

Dextrin $C_6H_{10}O_5$, **Stärkegummi, Gomme d'Asance**, macht einen nothwendigen Bestandtheil des Bieres aus und bildet sich auch beim Backen des Brotes; die Kruste des Gebäcks besteht grösstentheils aus Dextrin. Es bildet ein Zwischenglied zwischen der Stärke und dem Traubenzucker, da der Zusatz eines Malzauszuges (Diastase) zu Stärkemehl dasselbe bei einer Temperatur von 70° zuerst in Dextrin und alsdann in Traubenzucker überzuführen vermag.

Zu seiner **Darstellung im Grossen** benutzt man das Kartoffelstärkemehl, wenn es zu technischen Zwecken Anwendung finden und das arabische Gummi vertreten soll. Man beobachtet hierbei folgende Methoden:

1) Das Backen oder gelinde Rösten des Stärkemehls in grossen, den Backöfen ähnlichen Oefen; es wird bei einer beständigen Rührvorrichtung so lange fortgesetzt, bis das Stärkemehl in Wasser löslich geworden ist.

Wendet man Getreidestärkemehl an, so gebraucht man grosse Cylinder von Kupfer oder Eisenblech, in welchen sich eine eiserne Achse befindet, die durch eine Kurbel bewegt wird. Man verfährt dabei wie beim Brennen des Kaffee's: mittels einer Trommel röstet man so lange, bis sich das Stärkemehl aufbläht und ein ähnlicher Geruch entsteht, wie er sich beim scharf gebackenen Brot bildet.

Das Röstgummi hat jedoch meist eine gelbe oder bräunliche Farbe und ist deshalb beim Zeugdruck nicht zu gebrauchen. Um es möglichst farblos zu erhalten, zieht man es vor, das Stärkemehl in Kesseln mit doppeltem Boden zu behandeln: der Zwischenraum ist mit Oel angefüllt und wird bis auf eine constante Temperatur erhitzt.

2) Das Backen der Stärke mit Salpetersäurezusatz. Durch diesen Zusatz wird die Dextrinbildung begünstigt; man verdünnt Salpetersäure von 1,4 spec. Gew. mit Wasser (2 Kilogrm. mit 300 Liter Wasser) und setzt 3 Theilen verdünnter Säure 10 Theile Stärke zu; man formt die Masse zu Kuchen und trocknet sie in freier Luft, dann erhitzt man sie in Oefen bei langsam steigender Temperatur bis zu 80°.

Die so getrocknete Masse wird gemahlen, gesiebt und abermals bei einer Temperatur von 100—110° geröstet; bei starkem Erhitzen bilden sich höchst reizende empyreumatische Dämpfe, wenn ein Verkohlen der Stärke stattfindet.

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass diese Dämpfe Kohlenoxyd und viel Untersalpetersäure enthalten, wodurch in einzelnen Fällen die Arbeiter einer grossen Gefahr ausgesetzt werden können. Die Temperatur ist deshalb sorgfältig zu reguliren und Einrichtungen zur Ableitung der Dämpfe dürfen nicht fehlen: können diese nicht verbrannt werden, so müssen sie wenigstens durch hohe Schornsteine abgeleitet werden. Diese Dämpfe sind nämlich schwer und senken sich leicht zu Boden; ihre Verbrennung ist deshalb stets vorzuziehen. Eine Belästigung der Nachbarschaft ist aber bei diesem Verfahren kaum zu vermeiden: man darf daher solche Fabrikanlagen niemals in Städten oder in der Nähe von grossen Häusercomplexen dulden.

Statt der Salpetersäure kann man auch Schwefelsäure, Salzsäure oder Milchsäure anwenden; das mit Salpetersäure dargestellte Dextrin hat aber den Vorzug, fast vollständig weiss zu sein und ist daher in der Technik in jeder Weise zu benutzen.

3) Die Darstellung des Dextrins aus Malzauszug (Diastase). Da das Dextrin hierbei in Lösung als Dextrinsyrup (Gummisyrup) erhalten wird, so hat diese Darstellung dann einen Vorzug, wenn das Dextrin in Lösung zur Anwendung kommen soll, aber auch den Nachtheil des erschwerten Transports und der geringern Haltbarkeit des Präparats, denn ein Theil des Stärkemehls wird stets in Zucker übergeführt, welcher leichter eine Gährung einleitet, zumal die Klebertheilchen des Malzes nicht abgeschieden werden können und grade hierdurch die Gährung begünstigt wird.

Der Dextrinsyrup wird vorzugsweise bei der Bierbrauerei und Obstweinfabrication, bei der Darstellung des künstlichen Lakritzensaftes und namentlich in den Conditoreien zur Fabrication der Brustcaramellen, Drops u. s. w. benutzt.

In der Industrie ist das Dextrin von grosser Bedeutung und wegen seiner Billigkeit ein Ersatzmittel des arabischen Gummi's geworden. Es findet daher Verwendung in Zeug-Tapetendruckereien und Färbereien als Verdickungsmittel sowie beim Appretiren und Steifen der Zeuge als Kettenschlichte; auch bei den Webereien ersetzt die Dextrinschlichte die bisher gebräuchliche Stärkeschlichte und trägt bedeutend zur Verbesserung der sanitären Verhältnisse in den betreffenden Räumen bei. Man nimmt jetzt 8 Kilogrm. Dextringummi, 12 Kilo 28gradiges Glycerin, 1 Kilo schwefelsaure Thonerde und 30 Kilo Wasser und erhält dadurch eine Schlichte, bei welcher die Weber an offenem Fenster und bei trockner Luft arbeiten können. Es dient ferner als

Mundleim, zum Glasiren von Karten und Papieren, zur Darstellung des sogenannten englischen Pflasters und überhaupt in der Chirurgie zur Befestigung von Bandagen.

Man hat sich bei seiner Anwendung nur vor der gleichzeitigen Einwirkung von Säuren zu hüten, weil es hierdurch verflüssigt und Zuckerbildung veranlasst wird. Sogenanntes krystallisirtes Dextrin erhält man, wenn die wässrige Dextrinlösung im Wasserbade eingedampft wird.

Künstlicher Lakritzensaft. Bei der fabrikmässigen Darstellung desselben erhitzt man Kartoffelstärke und Luftmalz mit Wasser bis zum Sieden, um das Stärkemehl in Dextrin und Traubenzucker zu verwandeln; man setzt dann Lakritze und Lorbeerblätter hinzu, lässt die syrupartige Masse durch Siebe laufen, dickt dieselbe über freiem Feuer ein und fügt ätherisches Anisöl hinzu, wenn die gehörige Extractconsistenz erreicht und die Temperatur auf 50° C. gesunken ist.

Abgesehen von der sehr bedeutenden Anstrengung während des beständigen Rührens leiden die Arbeiter sehr von den Dämpfen des Anisöls, welche nicht bloss die Augen heftig reizen, sondern auch nicht selten Betäubung veranlassen; Thatsache ist es übrigens, dass solche Arbeiter niemals an Ungeziefer leiden. Die Masse wird schliesslich durch Pressen in Cylindern mit gelochtem Boden in Form von Stängelchen gebracht, die in Trockenstuben bei einer Temperatur von 60° C. getrocknet werden; die Hitze muss so hoch sein, weil sonst leicht ein Schimmeln des Fabricats eintritt. Die Arbeiter, welche sich mit der Abnahme der trocknen Waare beschäftigen, leiden viel von der grossen Hitze in den Trockenräumen.

Vielfach enthält übrigens die im Handel vorkommende Lakritze gar keinen Lakritzensaft, weil man das Dextrin durch zugesetzten Kienruss oder gemahlene Braunkohle färbt und ihm eine geringe Menge Anisöl zusetzt.

Gummi.

Gummi ist dem Stärkemehl ähnlich zusammengesetzt; das arabische Gummi und das Traganthgummi sind die beiden Repräsentanten desselben. Ausser der Jodreaction verhält sich Gummi in chemischer Beziehung ganz wie Stärkemehl; bei den Völkern der heissen Zone spielt es auch als Nahrungsmittel eine bedeutende Rolle, da es unter gewissen Umständen das Stärkemehl ersetzen kann. Bei den Erdessern soll es namentlich während der Regenzeit das Haupt-Nahrungsmittel repräsentiren. In Europa wird es mehr bei Conditorwaaren als Zusatz zu Caramellen u. s. w. benutzt; was man in Conditoreien Traganthwaare nennt, ist kein Fabricat aus Gummi, sondern aus Mehl, dem man Kreide zugesetzt hat; das Bindemittel ist eine verdünnte Auflösung von Gummi oder Stärkekleister.

Pulverisirt und trocknet man arabisches oder Traganthgummi und behandelt es mit einem Gemisch von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure, so erhält man eine schwere sandige Substanz, welche in Wasser, Alkohol und Aether so gut wie unlöslich ist und getrocknet durch einen Prellschlag leicht zum Explodiren gebracht werden kann. Diese Verbindung, welche man Nitroarabin nennt, benutzt man wegen ihrer feinkörnigen Beschaffenheit und ihrer Explosivität als Sprengpulver. Nitroarabin wird jedoch meistens nur als Zusatz zu Zündrequisiten benutzt und besitzt in dieser Beziehung einen grossen Vorzug, da es einer freiwilligen Zersetzung nur selten unterliegt.

Bezüglich der bei der Darstellung sich entwickelnden Gase und Dämpfe und der abfallenden Waschwässer gilt dasselbe, was bei der Schiessbaumwolle zur Sprache kommen wird.

Die Bierbrauerei.

Das in den Cerealien enthaltene Stärkemehl spielt bei der Bierbrauerei eine bedeutende Rolle; man sucht dasselbe zunächst durch Diastase in Traubenzucker überzufühen. Diastase (διαστασις, Spaltung) ist eine dem Albumin ähnliche und beim Keimen der Gerste entstehende Substanz. Die hierbei stattfindende Procedur nennt man Malzen; wird nämlich die Gerste mit Wasser eingeweicht und später auf Haufen gesetzt, so tritt in Folge der Oxydation des Klebers eine Erwärmung ein und der Keim entwickelt sich. Bei diesem beginnenden Vegetationsprocesse bildet sich in der nächsten Umgebung der Keim-

wurzel Diastase, welche bei der weitern Vegetation schwindet; deshalb wird die gekeimte Gerste durch rasches Ausbreiten auf luftigen Trockenböden (Luft- oder Schwelmalz) oder durch Unterstützung künstlicher Wärme (Darrmalz) zum Trocknen gebracht und dadurch das Fortschreiten der Keimung gehemmt, um eine Verminderung der Diastase zu verhüten.

Wird nun die getrocknete gekeimte Gerste, d. h. das Malz, auf der Mühle geschrotet und mit Wasser von 60° R. digerirt, so wird das Stärkemehl des Malzes durch die Einwirkung der Diastase gelöst und verflüssigt, wobei es zuerst in Dextrin und zuletzt in Traubenzucker verwandelt wird. Es hängt somit die mehr oder weniger vollkommene Umwandlung des Stärkemehls in Traubenzucker hauptsächlich von der Menge der im Malze enthaltenen Diastase ab; der ganze Malzprocess gehört deshalb zu dem wichtigsten Theile der Bierbrauerei.

In der Bierbrauerei unterscheidet man 4 Hauptabtheilungen: 1) die Malzbereitung, 2) das Maischen oder die Bereitung der Bierwürze, 3) den Gährungsprocess und 4) die Aufbewahrung und Pflege des Biers.

1) **Die Malzbereitung.** In neuerer Zeit ist die Malzbereitung ein besonderer Geschäftszweig geworden und es gibt grossartige Etablissements, welche Malz von jeder Beschaffenheit, Luft-, Halbdarr-, Darr- und Farbmalz liefern. Bezüglich der verschiedenen Cerealien wird Gersten-, Weizen- und Hafermalz fabricirt; Luftmalz von Hafer liefert mehr Alkohol als Gerstenmalz. Man zieht im Allgemeinen die Gerste vor, weil ihr Gehalt an Stärkemehl weniger Schwankungen unterworfen ist als der der andern Cerealien.

Da die Gerstenasche in 100 Theilen 30 Th. Phosphorsäure, 33 Th. Kieselsäure, 17 Th. Kali, 7 Th. Magnesia und 3 Th. Kalk enthält, so sind die Gerstenbiere durch den Gehalt an phosphorsauren Salzen der Alkalien und alkalischen Erden ausgezeichnet, welche neben dem Traubenzucker, Dextrin, den Eiweisssubstanzen und dem Alkohol für die Ernährung des Organismus von der grössten Bedeutung sind. Von allen Cerealien ist die Gerste am reichsten an Phosphorsäure.

Die Malzbereitung zerfällt:

a) in das Einweichen oder Einquellen der Gerste; dieses geschieht in grossen Bottichen (Quellbottichen) und bezweckt neben der Entfernung der Unreinigkeiten und tauben Körner vorzugsweise ein Durchdringen der Gerste mit Feuchtigkeit.

Das Wasser muss stets einige Zoll hoch über der Gerste stehen. Das Wasser spielt sowohl beim Einweichen als auch beim Einmaischen und beim eigentlichen Brauen eine grosse Rolle; im Allgemeinen zieht man weiches Quell- oder Flusswasser dem Brunnenwasser vor: kalkreiches oder trübes Wasser muss durch Erwärmen und Absetzenlassen oder Filtration gereinigt werden. Das über der Gerste stehende Wasser nimmt allmählig eine braune Farbe an und heisst Weichwasser; nach mehrmaligem Umrühren und Absetzenlassen wird das erste Wasser gewöhnlich nach 12—24 Stunden abgelassen. Es entsteht nun die Frage, wohin soll das Weichwasser abgelassen werden? In keinem Puncte wird mehr gegen die Vorschriften der Sanitätspolizei gesündigt als in diesem; in den meisten Städten wird ihm der freie Abfluss in die Strassenrinnen gestattet, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, welchen üblen Geruch und welche Belästigung ein solches Wasser oft im Gefolge hat.

Dieses Weichwasser ist nach der Anwendung der verschiedenen Cerealien verschieden: am schlimmsten ist das von Hafer und Weizen und am unschuldigsten das von Gerste; stets enthält es mehr oder weniger Gummi, Zucker, stickstoffhaltige Substanzen in Form von löslichem Legumin und Pflanzenfibrin, von den Alkalien am meisten Kali, ausserdem Kalk, Magnesia, neben Kieselsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure vorzugsweise Phosphorsäure; im frischen Weichwasser der Gerste findet sich auch Bernsteinsäure (cf. S. 511).

Wird das Weichwasser sich selbst überlassen, so fault es schnell und es ent-

wickeln sich alle Substanzen, welche als Producte des Fäulnissprocesses der stickstoffhaltigen Substanzen bekannt sind: in der wärmern Jahreszeit kann sich alsdann ein höchst widerlicher Geruch entwickeln, durch welchen die Luft in den Strassen wahrhaft verpestet wird, wenn namentlich Strassenrinnen mit schwachem Gefälle zum Abfluss benutzt werden. Es darf daher auch nicht in Schlinggruben, Cisternen oder in überirdischen Behältern aufbewahrt werden: lässt man es in Bäche abfliessen, so veranlasst es die Bildung der sehr belästigenden Alge, des Leptomitus lacteus. Der Abfluss in Canäle ist nur zu gestatten, wenn es mit Kalkwasser versetzt und der schleimige Niederschlag entfernt worden ist: letzterer hat qualitativ dieselben Bestandtheile wie der aus dem Sauerwasser der Stärkefabriken erhaltene Kalkniederschlag, welcher ebenfalls reich an Phosphorsäure ist.[1])

Beobachtet man beim Weichwasser die Vorsicht, dass es nicht bis zur fauligen Zersetzung stehen bleibt, so kann es ohne Schaden und Belästigung frei abfliessen. Der Process ist ganz derselbe wie beim Weichen des ungeschroteten Weizens in den Stärkemehlfabriken: es ist besonders der aus den Hülsen sich ausscheidende Kleber, welcher zur fauligen Zersetzung Veranlassung gibt und dem Wasser die üblen Eigenschaften mittheilt. Zur Berieselung von Aeckern und Wiesen kann es an und für sich weniger gut benutzt werden und nur durch die Präcipitation desselben mit Kalk wird seine Dungkraft concentrirt.

Einige Brauer haben die üble Gewohnheit, dass sie die frischen Fässer einer Beize mit faulem Weichwasser aussetzen, indem durch die bei diesem Processe sich bildende Essigsäure die Lohe resp. der Farbstoff des Holzes ausgezogen wird. Dieses Wasser enthält Schwefelwasserstoff, Buttersäure und ähnliche Fettsäuren, riecht entsetzlich und darf unter keiner Bedingung auf die Strassen ausgegossen werden, wie es leider noch in manchen Städten geschieht.

Das Einweichen dauert nach dem Alter der Gerste 2—7 Tage. Die Gerste ist „quellreif", wenn sie sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken lässt und die Hülse sich leicht löst.

b) Das Keimen der gequellten Gerste. Nach dem Einweichen gelangt die Gerste auf die Malztenne, wird hier in regelmässigen quadratischen Haufen aufgeschüttet und bisweilen umgeschaufelt, um das Keimen gleichförmig einzuleiten und das Erhitzen zu vermeiden. Bei diesem Wenden leiden die Arbeiter viel vom Staube, der bei grossem Betriebe durch Exhaustoren zu entfernen ist.

Der Keim tritt als weisser Punct auf, aus welchem sich das Würzelchen entwickelt; dann steigert man die Temperatur der Haufen dadurch, dass man ihnen eine grössere Dicke gibt und sie nicht umschaufelt; sie muss um 6—10° die Temperatur der Umgebung übersteigen. Es verdunstet viel Feuchtigkeit, womit eine Entwicklung von Kohlensäure und Absorption von Sauerstoff verbunden ist.

Man empfindet dabei einen angenehmen, obstartigen Geruch: ist derselbe widerlich und erinnert er an faulende Aepfel, so ist die Gerste schlecht gewesen oder die Arbeiter haben beim Umschaufeln Körner zertreten und getödtet, welche dann in Fäulniss übergehen.

Sind die Würzelchen einige Linien lang geworden, ineinander verschlungen und gleichsam verfilzt, so muss das Keimen beendigt werden, was durch die Erniedrigung der Temperatur resp. flacheres Ausbreiten der Gerste herbeigeführt wird.

Die Kunst des Malzens liegt hauptsächlich darin, dass man zur gehörigen Zeit das Keimen zu unterbrechen versteht. Die Dauer des Keimens richtet sich nach der Jahreszeit und äussern Temperatur und schwankt zwischen 7—16 Tagen.

c) Das Trocknen und Darren der gekeimten Gerste. Die gekeimte Gerste kommt nun auf den Schwelchboden und wird hier einem lebhaften Luftzuge ausgesetzt, um noch mehr Feuchtigkeit zu verlieren.

Nach dem Trocknen des Malzes entfernt man die Würzelchen durch Treten mit Holzschuhen oder mittels einer Wurfmaschine, wobei sich wieder viel Staub entwickelt. Man erhält auf diese Weise das Luftmalz oder Schwelchmalz, welches sich von der gekeimten Gerste nur durch einen geringern Feuchtigkeitsgehalt unterscheidet.

Das meiste Malz wird jetzt durch künstliche Trocknung, durch das Dörren oder Darren entwässert: es treten hierbei ganz ähnliche Veränderungen mit dem Malze wie mit dem Mehl beim Brotbacken ein: im Malze findet sich nämlich auch ziemlich viel Dextrin neben einem eigenthümlichen Aroma, welches wahrscheinlich ein Derivat des löslich gemachten Klebers ist.

Das Malz darf aber nicht sogleich auf die Darre, sondern muss vorher auf den Trockenboden gebracht werden, ehe es einer Darrhitze von 30—40° R. ausgesetzt wird: eine sofortige Einwirkung einer solchen Temperatur würde das Stärkemehl im Malz in Kleister und das Korn in eine hornartige, für das Wasser undurchdringliche Substanz umwandeln. Fast allgemein wird jetzt nach dem Verfahren von *Pistorius* die Wärme durch Canäle oder blecherne Röhren in den Darrraum geführt und auf die Luft übertragen, welche mit dem Malze in Berührung kommt.

Neuerdings hat *Overbeck* eine mechanische Nachdarre construirt, bei welcher 3 Darrflächen vorhanden sind: jede derselben ist aus drei um je zwei Walzen sich ziehenden, endlosen Drahttüchern, auf deren oberer Fläche das zu darrende Malz langsam fortgeht, zusammengestellt.

In sanitärer Beziehung bieten diese mechanischen Vorrichtungen viele Vortheile für die Arbeiter dar.

Nach der Farbe unterscheidet man noch gelbes, bernsteingelbes und braunes Malz. Farbemalz ist dunkelkastanienbraun und in seiner ganzen Masse durch Röstung verändert, indem es wie Kaffee in blechernen Trommeln über freiem Feuer präparirt wird, wobei der Zucker in Caramel übergeht; man benutzt es deshalb in den englischen Brauereien als Couleur zum Färben des Porters.

Im Allgemeinen wird durch das Darren der Gehalt an Dextrin im Malze vermehrt und in demselben Verhältniss der Gehalt an Stärkemehl vermindert, gleichzeitig die Diastase zerstört; die Vermehrung des Zuckergehaltes ist sehr unbedeutend.

Vor 1861 unterlag die Malzfabrication in Preussen einer Concessionirung; gegenwärtig ist diese Bestimmung aufgehoben.

2) **Das Maischen oder die Bereitung der Bierwürze.** Man unterscheidet hierbei drei Operationen: a) das Schroten des Malzes. Das Malz, d. h. die gekeimte getrocknete Gerste, muss geschrotet und zerkleinert werden, um gehörig extrahirt werden zu können; die Schrot- oder Malzquetschmühlen, wodurch dies bewirkt wird, sind den Mahlmühlen vorzuziehen.

b) Das Maischen nennt man das Ausziehen des Malzschrotes mit Wasser und die Ueberführung des Stärkemehls in Zucker; das Rühren geschieht dabei entweder mittels Rührhölzer (Maischkrücken) oder auch durch besondere Rührmaschinen, welche durch Dampfkraft bewegt werden. Die Bearbeitung nennt man das Beschlagen; die Flüssigkeit selbst heisst Würze.

Der ganze Maischprocess bezweckt die Ueberführung des Stärkemehls in Dextrin und Traubenzucker. Die betreffenden Gefässe haben einen zweiten eingelegten Seihboden, damit die unlöslichen Rückstände zurückbleiben und die Würze klar mittels eines Abflusshahns in ein tiefer gestelltes Gefäss (Biergrand, Unterstock) abfliessen kann; das Wasser fliesst nicht von oben, sondern von unten in den Maischbottich und zwar mittels eines kupfernen Rohrs (der Pfaffe), welches vom obern Rande der Bottiche bis unter den Seihboden verläuft.

Man hat sehr verschiedene Maischmethoden, namentlich ein böhmisches, englisches und bairisches Verfahren. Im Allgemeinen unterscheidet man α) das Decoctionsverfahren, wobei das allmählige Auskochen des Malzes stattfindet. Dies ist die gewöhnliche Methode; eine Modification derselben besteht darin, dass man das Malz in verschiedenen Portionen auskocht und zum übrigen Inhalt des Maischgefässes zurückbringt.

β) Die Infusionsmethode. Hierbei gibt man allmählig heisses Wasser auf, welches man durch Pumpen absaugt und auf frisches Malz wieder zurückgibt; diese Methode wendet man gewöhnlich bei den feinern Biersorten an.

Die Hauptsache beruht darin, dass man beim Maischen die Temperatur nur allmählig bis auf 60—75° C. steigert, damit die Diastase nicht zerstört wird, sich eine möglichst grosse Menge Dextrin und Traubenzucker bildet und kein unlösliches Stärkemehl zurückbleibt. Der unlösliche Rückstand, die Treber, bestehen aus Hülsen, coagulirtem Eiweiss, dem etwa unveränderten Stärkemehl, den Salzen u. s. w. und liefern ein vortreffliches Viehfutter. Gewöhnlich werden die Treber noch einmal ausgelaugt, um alle löslichen Substanzen zu erhalten; sich selbst überlassen, gehen sie sehr rasch in saure Gährung über.

Wegen der in der Würze noch nicht ausgeschiedenen stickstoffhaltigen Bestandtheile kann keine Hefen- und Alkoholbildung eintreten, wohl aber entsteht in derselben, wenn sie sich selbst überlassen bleibt, eine sauer reagirende Flüssigkeit, welche keine Essigsäure, sondern Milchsäure enthält. Wird eine solche Würze getrunken, so kann sie höchst nachtheilig einwirken und sehr heftige, sogar blutige Diarrhoen erzeugen, weshalb sie auch als Abortivum in der Volksmedicin bekannt ist. In manchen Ländern ist es den Brauern polizeilich verboten, solche Würze dem Publicum zu verabreichen.

c) Das Kochen der Würze, das eigentliche Brauen, bezweckt grössere Concentration der Flüssigkeit, Zerlegung der noch vorhandenen Diastase, Coagulation eiweisshaltiger Substanzen und die Extraction des Hopfens, welcher jetzt zugesetzt wird. Durch die Gerbsäure des Hopfens, welche die coagulirten Proteïnsubstanzen und das noch unveränderte Stärkemehl fällt, wird die Würze geklärt.

Das Kochen geschieht in 4eckigen oder runden kupfernen Braupfannen. Das metallische Kupfer wird beim Gebrauch derselben allmählig theils gelöst, theils abgenutzt, weshalb man im Biere nicht selten Spuren von Kupfer nachweisen kann; die Menge desselben ist aber zu gering, um auf die Gesundheit der Menschen nachtheilig einzuwirken, wenn ein solches Bier getrunken wird.

Nach dem Kochen gelangt das Bier in die Kühlschiffe, damit es sich zu der für die Einleitung der Gährung geeigneten Temperatur abkühlt; auch ist hier der Ort, wo sich die Gerbsäure des Hopfens mit dem Dextrin oder dem noch vorhandenen Stärkemehl verbindet und sich die unlöslichen harzigen Stoffe absetzen. Diesen Satz (Kühlgeläger) lässt man von der Würze ab und gebraucht ihn als Viehfutter; es lohnt nicht der Mühe, ihn auf Branntwein vergähren zu lassen.

Die Kühlschiffe waren früher stets aus Holz, werden aber jetzt zweckmässiger aus Eisen construirt, weil die Abkühlung hier rascher erfolgt. Das Eisen erhält sehr bald einen Ueberzug von Kalksalzen und Extractivstoffen, welcher das Färben des Biers verhindert.

Zinkene Kühlschiffe müssen jedoch vermieden werden; das Kühlgeläger kann deutliche Mengen von Zink nachweisen; sollte es in die Würze übergehen, so wird es von der Hefe wieder aufgenommen; da aber letztere nicht selten zum Brotbacken Verwendung findet, so kann dadurch das Zink in das Brot übergehen, was immerhin zu vermeiden ist, wenn auch seine Menge nicht beträchtlich ist. Solche Kühlschiffe sind aber nicht bloss des Metalls wegen, sondern auch wegen der Bleilöthungen zu verwerfen, durch welche Blei in das Kühlgeläger und in das Bier übergeführt werden kann.

In einem concreten Falle wurden von Dr. *Vohl* zwei Proben Bier untersucht, die aus einer und derselben Brauerei stammten und auch auf ganz gleiche Weise dargestellt worden waren, nur mit dem Unterschiede, dass die helle und klare Probe mit dem alten zinkenen Kühlschiff gekühlt wurde, während die zweite, schwach opalescirende Probe ein neues Kühlschiff von Zink passirt hatte. Beide Biere hatten einen reinen und erfrischenden Geschmack, nur war die schwache Trübung bei der zweiten Probe für den Consumenten nicht empfehlend.

Die Analyse ergab bei dem klaren Biere keine fremden Bestandtheile, wohingegen in einem Liter der zweiten Probe eine deutlich nachweisbare Spur von Zinkoxyd gefunden wurde. In welcher Weise nun die Spur von Zinkoxyd die Trübung des Bieres hervorgerufen, muss dahingestellt bleiben; es wäre zu wünschen, dass in dieser Hinsicht noch mehrere Untersuchungen angestellt würden, wie es die Wichtigkeit des Gegenstandes verdient, obgleich derselbe schon früher die Aufmerksamkeit der Chemiker in Anspruch genommen hat, unter denen namentlich *Stein* in Dresden hervorzuheben ist, der bereits nachgewiesen hat, dass die Würze, wenn auch verhältnissmässig geringe Mengen, Zink aus den Kühlschiffen aufnimmt. Beim Gebrauch von kupfernen Braupfannen vermochte er in allen Brauproducten Kupfer nachzuweisen.[2])

Das Metallblech zu beiden Kühlschiffen war im oben beregten Falle nicht gleichartig zusammengesetzt; 100 Gewichtstheile des Zinkblechs enthielten nach *Vohl*:

	altes Kühlschiff:		neues Kühlschiff:
Zink . . .	99,4320	—	98,6400
Blei . . .	0,4416	—	1,2800
Eisen . . .	0,0130	—	0,0096
Verlust . .	0,1134	—	0,0704
	100,0000.	—	100,0000.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der höhere Bleigehalt der Legirung die Löslichkeit des Zinks gefördert hat.[3])

Nach *Nessler* war in einer Bierbrauerei einmal über dem Braukessel ein Zinkdach, ein andermal ein grosses Rohr von Zink angebracht, um die Dämpfe abzuleiten: hiervon liefen grosse Mengen von condensirtem Wasser wieder in den Kessel zurück, wodurch das Bier zinkhaltig wurde und eine Trübung des Biers entstand.[4])

3) **Die Gährung der Bierwürze.** Erst durch die Gährung bildet sich aus der Würze Bier. Die Würze ist nach geschehener Abkühlung zur Selbstgährung befähigt, wozu wahrscheinlich die in der Luft der Gährungslocale verbreiteten Hefepilzsporen die Veranlassung liefern, welche in der Würze ihren passenden Boden finden, um darin zu Hefezellen ausgebildet zu werden; in Belgien stellt man auf diese Weise einige an Milchsäure reiche Biersorten dar. Vorherrschender Gebrauch ist jedoch, die Gährung durch Zusatz von Hefe zu befördern, was man das Stellen nennt; man gebraucht dazu entweder Oberhefe, welche bei höherer Temperatur und rascher Gährung entstanden ist und mehr zusammenhängende Zellenketten darstellt, oder Unterhefe, welche sich bei niedriger Temperatur und langsamer Gährung bildet und mehr aus einzelnen abgerissenen Zellen besteht, um entweder Ober- oder Untergährung zu erzeugen.

Die Untergährung geht nur bei kühlerer Witterung bei 7—12° R. richtig vor sich und man stellt damit die Lagerbiere dar, welche sich auch im Sommer in kühlen Kellern gut halten.

Die Obergährung bedarf einer höhern Temperatur und producirt leichtere und weniger haltbare Biere, sogenannte Schenkbiere.

Jede Gährung bezweckt die Ueberführung des Zuckers in Alkohol unter Bildung neuen Fermentes, der Hefe. Die Nachgährung, welche in geschlossenen Räumen stattfindet, bewirkt die vollständige Ausscheidung der stickstoffhaltigen Substanzen resp. aller gebildeten Hefetheile und zwar unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, die bekanntlich das Bier höchst schmackhaft macht.

Für die Untergährung gebraucht man grosse offene Kufen, damit dem Sauerstoff eine grössere Fläche geboten wird und durch die Oxydation sämmtliche eiweisshaltige Substanzen unlöslich gemacht und ausgeschieden werden.

Für die Obergährung benutzt man gewöhnlich Fässer; die Oxydation findet deshalb nur unvollkommen statt und das auf diese Weise bereitete Bier ist nicht so haltbar wie das untergährige. Die Hefe wird gewöhnlich hierbei durch das Spundloch ausgestossen, während sich beim untergährigen Bier die Hefe am Boden ablagert, so dass das Bier von derselben abgelassen wird.

Bekanntlich muss man Räume, in welchen sich gährende Flüssigkeiten befinden, mit Vorsicht betreten; die Kohlensäure lagert sich hierbei wegen ihrer specifischen Schwere glücklicherweise am Boden ab, weshalb unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht so leicht Unglücksfälle hierbei eintreten. Die Bierbrauer müssen sich vorzugsweise bei den grossen offenen Kufen, in welchen die Untergährung stattfindet, hüten, mit dem Oberkörper beim Bücken in die Kohlensäure-Atmosphäre zu gerathen.

In grossen Bierbrauereien muss jedenfalls für den Abzug der Kohlensäure gesorgt werden; zu diesem Zwecke wird am Boden des Gährraums ein Canal angelegt, welcher nach oben eine vergitterte Oeffnung hat und mit dem Hauptschornstein oder der Malzdarre in Verbindung steht. In den meisten grossartigen Etablissements befindet sich zwischen Canal und Schornstein ein quadratischer Raum, eine kleine Kammer, in welcher verwittertes kohlensaures Natron auf Horden lagert; die Kohlensäure tritt am Boden der Kammer ein und gelangt, wenn sämmtliches Natron gesättigt ist, durch eine an der Decke der Kammer befindliche Oeffnung in den Kamin.

Die Beschäftigung mit der Hefe erzeugt bisweilen den Nagelpilz (Onychomykosis) der Bierbrauer, eine eigenthümliche Krankheit der Nägel, die sich besonders an der Stelle, wo sich die Nagelsubstanz neu erzeugt, an der Lunula zeigt. Die Bierbrauer, welche die Gährbottiche oder Fässer reinigen und nicht selten festsitzende Hefe mit den Fingernägeln abkratzen, werden vorzugsweise von dieser Nagelkrankheit befallen. Beim obergährigen Bier erleidet nämlich die nach dem Ausstossen abgesetzte Hefe während des Essigprocesses eine weitere Zersetzung und befindet sich in der Uebergangsperiode zum Essigferment. Diese zersetzten Hefepilze scheinen vorzugsweise die Krankheit zu erzeugen; die Nägel werden dabei gleichsam facettenartig in der Längsrichtung cannelirt, während sich an der Wurzel wuchernde, mit Borken bedeckte Excrescenzen bilden, welche den Untergang des Nagels bedingen.

Ein solcher entarteter Hefepilz kann auch auf die Barthaare übertragen werden, wobei dieselben an ihrer Austrittsstelle krank werden, sich verfilzen und einen dem Weichselzopf ähnlichen Krankheitszustand darstellen. In der Umgebung des Haarschaftes bilden sich trockne Hautschrunden.

Das Heilmittel der Bierbrauer besteht in der Anwendung der Holzasche, womit sie die kranken Theile kräftig einreiben; die Heilung erfolgt in der Regel ziemlich rasch und nur bei grosser Vernachlässigung können weitergehende Krankheitsprocesse entstehen.

In der Literatur finden sich wenige Beobachtungen über diese Krankheit mitgetheilt. Wahrscheinlich gehört der von Dr. *John Purser*[5]) beobachtete Fall hierher, welcher einen Mann betraf, der seit 5 Jahren an einer Affection des Nagels am rechten Zeigefinger litt; er war gleichzeitig mit Morbus Brightii behaftet, früher secundär syphilitisch gewesen und hatte seit mehreren Jahren in einer Brauerei gearbeitet. Der Nagel war gelbbraun, mit dunklen Flecken versehen, ohne Glanz, mit deutlichen Längsfurchen, leicht brüchig in der Längs- und Querrichtung und an seiner Wurzel geröthet und verdickt. Die vorgefundenen, achorionähnlichen Sporen waren meist oval, hier und da sprossentreibend und durch fortgesetzte Keimung perlenschnurähnliche Zellenreihen bildend; die tubulären Fäden waren verästelt, mit oder ohne glänzende Körperchen; auch der Torula ähnliche Zellen fanden sich vor.

Bekanntlich hat man ein gleichzeitiges Auftreten von Favus mit Nagelpilzen beobachtet, worauf zuerst *W. Krause*[6]) aufmerksam machte. *Ripping*[7]) hält die Nagelpilze für identisch mit Achorion Schönleinii, ebenso *E. Wagner*[8]).

Auch *Förster*[9]), *Virchow*[10]), *v. Bärensprung*[11]) und *Köbner*[12]) haben sich mit diesem Gegenstande beschäftigt und ähnliche Beobachtungen gemacht; dieselben gewinnen durch die verbürgte Thatsache, dass sich der Zersetzungspilz der Hefe vom Nagel auf die Barthaare übertragen lässt, ein grösseres Interesse.

4) **Aufbewahrung und Lagern des Biers.** Man lagert das Bier in kühlen Kellern, um die Nachgährung zu unterhalten; die mittlere Temperatur darf hierbei niemals 10° R. übersteigen. Die Erhaltung des Bieres beruht stets auf Abschluss der atmosphärischen Luft bei gleichzeitiger Entwicklung von Kohlensäure (Nachgährung). Bekanntlich schützt die Structur des Holzes nicht vor der Einwirkung der Atmosphäre; der Austausch des in den Fassdauben enthaltenen Bieres resp. die Verdunstung des Wassers nach aussen entspricht dem Eindringen des atmosphärischen Sauerstoffs nach innen.

Ist die Nachgährung kräftig, ist ein gewisser Druck im Fasse entstanden, so kann die Verdunstung des Wassers unbeschadet der Güte des Biers stattfinden, weil durch den innern Druck das Eindringen des atmosphärischen Sauerstoffs unmöglich wird. Man ersieht hieraus leicht, weshalb bei obergährigem Bier ein Verpichen der Fässer nicht nothwendig ist, wohingegen nach verlaufener Nachgährung in den unverpichten Fässern ein rasches Sauerwerden eintritt.

Beim untergährigen Bier, bei welchem die Nachgährung eine langsamere ist, wo also deshalb eine längere Zeit zum „Reif- und Feinwerden“ der Biere erfordert wird,

ist das Bier viel länger dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt: die Holzfaser ist deshalb so zu behandeln, dass sie sowohl der Verdunstung als auch dem Eindringen des Sauerstoffs hemmend entgegentritt.

Die Präparation der Fässer, welche dies bedingt, nennt man das Verpichen oder Pichen: selbstverständlich muss das hierzu erforderliche Pech nicht zu leicht flüssig, dabei aber auch nicht so zähe sein, dass ein Springen desselben beim Wechsel der Temperatur leicht stattfindet.

Das beste Pech ist das sogenannte Saigerpech: dasselbe enthält stets etwas Gerbstoff und ätherisch-aromatische Bestandtheile und wird einfach durch Aussaigern des rohen Harzes gewonnen. Besonders das Saigerpech der Larvxarten hat einen aromatischen Geschmack und wird namentlich in Böhmen (Pilsen) als Brauerpech verwendet.

Die Biermaterialien und ihre Surrogate.

Das Ziel der Brauerei ist die Verwandlung des Stärkemehls in Alkohol. Die Hauptaufgabe besteht daher in der raschen Ueberführung des Stärkemehls in Traubenzucker; in normaler Weise geschieht dies, wie schon erwähnt worden, durch den Keimprocess. Der Gedanke lag nahe, für die Diastase ein Surrogat zu suchen; als die Einwirkung verdünnter Säuren auf das Stärkemehl bekannt wurde und man die Säuren statt des Keimprocesses in Anwendung brachte, wurde dieses Verfahren ein so allgemeines, dass sich die Fabrication des Trauben- oder Stärkemehlzuckers zu einer besondern Industrie ausgebildet hat. Hätte das Malzen nur allein die Zuckerbildung resp. die Diastasebildung zu bewirken, so würde sich gegen die Verwendung des fertigen Traubenzuckers nichts einwenden lassen; es fand sich jedoch bald, dass bei der Bildung von Zucker und Diastase resp. Dextrin auch die phosphorsauren Erden in eine lösliche Form gebracht werden, wodurch der Nährwerth des Biers ganz bedeutend erhöht wird. Uebrigens lässt der Mangel an solchen Verbindungen keinen sichern Schluss auf die Natur des Surrogats zu; man kann nur behaupten, dass keine Gerste benutzt worden ist. Einen grössern Anhaltspunct gewährt der Dextringehalt, welcher beim Gebrauch des Traubenzuckers viel bedeutender ist.

An und für sich kann man ein solches Verfahren, bei welchem Traubenzucker als Syrup oder in fester Form verwendet wird, nicht schädlich nennen: nur bezüglich der Verunreinigungen des Traubenzuckers können dem Biere Stoffe mitgetheilt werden, welche theils schädlich auf den Organismus einwirken, theils ein leichteres Verderben des Bieres veranlassen. Eine nie fehlende Verunreinigung des Kartoffel- oder Stärkezuckers ist z. B. der Gips: dieser Körper ist bekanntlich nicht giftig, kann aber durch seine Wirkung auf die Hefe Anlass zur Entstehung eines höchst gesundheitswidrigen Bieres geben. Es verhält sich hiermit folgendermassen:

Im Allgemeinen ist es bekannt, dass ein mit Traubenzucker dargestelltes Bier nie fertig im Gähren wird, wie man zu sagen pflegt.*) Es ist hierbei ganz gleichgültig, ob Ober- oder Untergährung eingeleitet wird: in beiden Fällen hört um so schneller die Gährung auf, je kräftiger sie eingetreten ist. Die Ursache dieses Umstandes ist in Folgendem zu suchen: Hat der Brauer eine solche mit Traubenzucker dargestellte Würze gestellt, d. h. mit Hefe versetzt, und beobachtet man nun die verschiedenen Veränderungen, welche die Würze erfährt, so wird auch der geübteste Brauer keinen Unterschied zwischen der Malz-Würze und dieser finden; die gestellte Würze wird nämlich scheinbar alle normalen Veränderungen erfahren: sie fängt an trübe zu werden, die sich entwickelnde Kohlensäure veranlasst eine Bewegung in derselben und die Temperatur steigert sich um 10° C. Die so normal eingetretene Vergährung hört jedoch plötzlich auf, das sonst rasche Klären findet nicht statt, sondern die Trübung nimmt zu. Nachdem das Bier wieder

*) Kartoffelmehl, gekochte Kartoffeln, Reis, Stärkesyrup, Kartoffelstärke bedingen zwar die Fähigkeit zur Nachgährung, aber einen Mangel an Ferment, weshalb die Biere lange jung bleiben und langsam alkoholreich werden: man muss sie deshalb stets mit **Ferment (Hefe) versetzen, um sie als Lagerbier zu benutzen.**

eine gewisse Klarheit erreicht hat, beginnt von Neuem die Gährung; der Brauer ist deshalb genöthigt, das Bier sofort in Fässer zu füllen und Alkohol zuzugeben; hierdurch findet ein rasches Klären statt, eine Nachgährung tritt ein und man erhält ein mit Kohlensäure geschwängertes Getränk, welches dann häufig auch durch den Gehalt an freiem Alkohol nachtheilig auf manche Constitution einwirkt.

Dieser falsche Verlauf der Gährung beruht hauptsächlich auf der Verminderung der Löslichkeit des Gipses durch die Bildung von Alkohol in der Würze. Durch die Alkoholbildung wird nämlich der Gips ausgeschieden, die Hefenzellen werden damit incrustirt und auf diese Weise unwirksam, so dass die Gährung gestört, oft sogar ganz aufgehoben wird; erst nachdem der Gips sich ausgeschieden hat und ein neuer Theil der stickstoffhaltigen Substanz durch Oxydation zu einem Gährungserreger geworden ist, tritt eine abermalige Gährung und Alkoholbildung ein, welche häufig wieder mit einer Gipsausscheidung verbunden ist. Durch directen Zusatz von Alkohol scheidet man deshalb den Gips fast vollständig aus und bringt dann das Bier zur Nachgährung.

Es ist selbstverständlich, dass ein Bier, welches eine so gestörte Gährung erfahren hat, noch eine Menge von Substanzen, wie Gummi, Dextrin u. s. w., enthält, die leicht der schleimigen Gährung unterliegen, auf diese Weise ein rasches Schalwerden bedingen, aber noch leichter Digestionsstörungen herbeiführen. Der hohe Kohlensäuregehalt dieser Biere begünstigt ihr Schal- und Sauerwerden sehr, weil die unter hohem Druck zurückgehaltene Kohlensäure beim Verschänken rasch entweicht und dann auch den Antheil an Alkohol grösstentheils mit sich fortreisst.

Der Traubenzucker kann auch theilweise durch einen Absud von Queckwurzeln (Rad. Graminis), Mohrrüben oder Runkelrüben ersetzt werden, um weniger Malz nöthig zu haben.

Der Zusatz von ungemalztem Getreide bezweckt einen grössern Stärkemehlzusatz zum Malz und eine bessere Ausnutzung der Diastase; man kann denselben nur als eine Verbesserung und Vermehrung des Traubenzuckers in der Bierwürze ansehen; seitdem aber die Kartoffeln das billigste Stärkemehl liefern, ist man von einem solchen Zusatz von Getreide ganz abgekommen.

Der Zusatz von Rohrzucker zur Würze ist nicht schädlich, findet aber wegen des Kostenpunctes wenig Anwendung. Lakritzensaft setzt man dem Biere mehr wegen der Farbe als wegen des Zuckers zu; auch der Absud von Möhren hebt die Farbe des Bieres.

Den sogenannten Schaumkopf erzeugt man durch Abkochungen von Kälberfüssen und Carageen, wodurch das Bier zugleich substantieller wird; Lichen islandicus gebraucht man nicht mehr, weil es das Bier zu herb und bitter macht. Eine Mischung von Eisenvitriol und Alaun zur Erzeugung von Schaum ist ebenfalls unzweckmässig, weil das Eisen mit der Gerbsäure die bekannte Dintenfarbe bildet.

Von grosser Wichtigkeit ist der Gebrauch von Glycerin in der Bierbrauerei geworden. Auf Anwesenheit von Glycerin in gegohrener Flüssigkeit wurde zunächst eine sogenannte Weinverbesserung begründet*), die weiterhin zunächst zur Benutzung des Glycerins beim Lagerbier führte; späterhin setzte man es zu, wenn das gekühlte Bier auf die Gährbottiche kommt, um dadurch das Malz zu ersetzen, denn 1 Pfund Glycerin repräsentirt wenigstens 2 Pfund Malzextract oder 3½ Pfund Darrmalz. Man nimmt an, dass Glycerin das Hopfenharz besser auflöse als der Zucker; die Hefe würde dadurch zur Einleitung der Gährung mehr befähigt und könne, wenn sie in genügender Menge damit versetzt sei, jahrelang in lebensfähigem Zustande erhalten werden. Das Bier soll überhaupt durch Glycerin vollmündig, moussirend und exportfähig gemacht werden.

Andererseits wird dagegen behauptet, dass Glycerin an und für sich nicht gährungsfähig sei, daher auch das Malz nicht ersetzen könne, weil nur dieses (oder auch Zucker als Aequivalent) wirkliches Bier liefere, d. h. ein Getränk, welches aus Alkohol, Kohlensäure, Protëin- und Extractivstoffen bestehe und bei seiner Production durch geistige Gährung die Hefe als Nebenproduct liefere; der Zusatz von Glycerin zur Würze sei daher als ein arger Missgriff zu betrachten.

Auch die Präparirung des sogen. Satzes, d. h. der Stellhefe, mit Glycerin gewähre gar keinen Vortheil; es trete vielmehr hierbei der Uebelstand ein, dass die Hefe zu sehr abgewässert werden müsse und daher an ihrer gährungserzeugenden Kraft einbüsse. Ein Zusatz von Glycerin zu der gepressten und getrockneten Hefe, welche man

*) Das Versetzen des Weins mit Glycerin nennt man Scheelisiren, welches bereits zu vielen Missbräuchen geführt hat, so dass es Weine gibt, die nur aus Weinsäure, Alkohol und Glycerin bestehen. Ursprünglich bezweckte man damit ein Verdecken des sauren Geschmacks geringer Weinsorten, ein Verfahren, das zu verwerfen ist, da solche Weine unangenehme Wirkungen erzeugen.

in luftdicht verschlossenen Gefässen aufbewahrt, macht dieselbe nur dann nach Monaten noch als Stellhefe brauchbar, wenn man vor ihrer jedesmaligen Anwendung das Glycerin mit ammoniakhaltigem Wasser entfernt.

Nur der Zusatz von Glycerin zum fertigen Biere hat eine Bedeutung, wenn es sich nämlich um sehr dünne oder kranke Biere handelt, die in Folge einer zu schnellen Hauptgährung oder einer allzulangen Nachgährung arm an Zucker und Extract geworden sind. Glycerin verleiht solchen Bieren eine sogen. Vollmündigkeit, aber keine Geschmacksveredelung; auch deckt es die herbe Bitterkeit des Hopfens, die am meisten bei jenen Bieren hervortritt, welche auf dem Lagerfasse ausgegohren haben.

Exportbiere versetzt man mit Glycerin, um wohlschmeckenden Bieren dadurch ihren Geschmack zu bewahren, was aber nur erreicht wird, wenn die Biere beim Versenden ganz hell und aus ungespundeten Lagerfässern abgefüllt sind. Immerhin ist aber hierbei zu berücksichtigen, dass Glycerin kein indifferentes Mittel ist und auf manche Constitution bei häufiger Ingestion nachtheilig einwirken kann (s. Glycerin S. 434). In der Regel wird bekanntlich den Exportbieren Alkohol zugesetzt.

Die Anwendung der adstringirenden und gerbstoffhaltigen Bitterstoffe. Die Bitterstoffe sowie die gerbesäurehaltigen Substanzen sind im Allgemeinen antiseptischer Natur, verlangsamen dadurch auch die Gährung und verzögern das Eintreten der Essigbildung aus dem Alkohol. Es ist erwiesen, dass die ersten bierähnlichen Getränke, welche der Mensch erzeugte, durch die verschiedenen bitter- und gerbstoffhaltigen Substanzen vor der weitern Einwirkung des Sauerstoffs und somit vor der Essigbildung geschützt wurden. Erst in späterer Zeit kam der Hopfen, welchen man als Narcoticum erkannte, zur Anwendung; von jetzt an ging die Hopfenproduction mit der Bierfabrication Hand in Hand, bis man späterhin wiederum bei Missernten und hohen Preisen des Hopfens oder auch aus betrügerischer Absicht Surrogate desselben zu benutzen suchte.

Beim Aufsuchen der Surrogate liess man sich vorzugsweise von der bittern und adstringirenden Eigenschaft derselben bestimmen, ohne dabei auf das ätherische Oel des Hopfens zu achten.

Ausser der Gerbsäure ist es grade das ätherische Oel und das Hopfenharz, welche sich in einer höchst merkwürdigen Vereinigung im Hopfen finden, da sie sämmtlich gährungshemmend wirken. Die Gerbsäure dient zur Klärung der Würze, indem sie das Malzprotëin, den Stoff zur Hefe niederschlägt, während das Hopfenharz die Hefenzellen einhüllt und dadurch ihre Wirksamkeit mässigt.*)

Um Schimmelbildung an den innern Stengeln der Deckblättchen und die Oxydation dieses Oels zu verhüten, muss der Hopfen sorgfältig getrocknet werden, was neuerdings in Hopfendarren geschieht, in welchen durch einen Ventilator für die Erneuerung der Luft gesorgt wird. Häufig schwefelt man ihn auch vorher, um ihn noch besser zu conserviren (s. S. 156)**)

Die Gerbsäure des Hopfens ist eine eisengrünende Gerbsäure und findet sich in den Dolden, Ranken und Blättern, wohingegen das Hopfenharz das bittere Princip enthält; eigenthümlicherweise ist es nur in Wasser leicht löslich, welches Gerbsäure, Gummi und Zucker enthält; diese Löslichkeit verliert sich aber, wenn es vorher in dünnern Schichten der Luft ausgesetzt gewesen ist und eine Zersetzung erlitten hat. Es gibt kein einziges Surrogat, welches diese Bestandtheile in sich vereinigt; nur der Hanf steht ihm am nächsten, besitzt aber bekanntlich stärkere narkotische Eigenschaften; das Haschisch der Orientalen wird aus demselben bereitet.

Catechu, die Terra japonica der Bierbrauer, stört zwar nicht die Gährung, verhütet auch die Essigbildung, besitzt aber nicht das Aroma des Hopfens; trotzdem

---

*) Das ätherische Hopfenöl findet sich in goldgelben, nierenförmigen Drüschen unter den dachziegelähnlich übereinander liegenden Schuppen der Hopfenkätzchen. Es enthält nach *R. Wagner* Valeral, das schon an der Luft in Baldriansäure überzugehen vermag; alter Hopfen riecht deshalb nicht selten wie Käse, ein Geruch, der wahrscheinlich mit von der gebildeten Baldriansäure herrührt.

**) Hat man alten Hopfen stark geschwefelt, um ihm ein frischeres Ansehen zu geben, so kann man den Schwefel leicht nachweisen, wenn man einige Hopfenzapfen in einen *Marsh*'schen Apparat bringt und das sich entwickelnde Gas in eine Lösung von Nitroprussidnatrium leitet: es entsteht sogleich die bekannte purpurrothe Färbung, wenn das Gas nur Spuren von Schwefelwasserstoff enthält.

wird Catechu noch vielfältig als Hopfensurrogat benutzt. Wenn ein damit bereitetes Bier auch nicht an und für sich als schädlich betrachtet werden kann, so wirkt es doch bei manchen Individuen schädlich auf die Verdauung ein und soll besonders eine starke Schleimabsonderung bewirken. Auch besitzt die hierbei gewonnene Hefe eine unerträgliche Bitterkeit; sie ist für die Bäckerei nicht bloss wegen des bittern Geschmacks, sondern auch wegen der schlechten Gährung, welche sie einleitet, ganz unbrauchbar.

Die Quassia theilt zwar die üblen Eigenschaften von Catechu bezüglich der Bildung einer bittern Hefe, sie erzeugt aber im Allgemeinen weniger Verdauungsstörungen und nicht den pappigen Geschmack wie das Catechu-Bier. Ein geringer Zusatz von Hopfen ist hierbei stets nöthig; weniger zweckmässig wird hierbei das Aroma durch Salvia sclarea, Ribes nigrum, Ruta graveolens u. s. w. ersetzt. Von Ribes werden gewöhnlich nur die jungen Triebe und Zweige genommen und in Weingeist ausgezogen.

Ledum palustre gehört auch in die Gruppe der adstringirenden Mittel, da die Blätter ungefähr 7% eisengrünenden Gerbstoff enthalten neben 1—2% gewürzhaft riechendem und brennend schmeckendem Oele; es kommt auch unter dem Namen Porst, Porsch oder wilder Rosmarin vor. Zur Darstellung des Bockbieres soll Porst mit Oel gekocht und mittels weissen Harzes und Sandmergels zu Kugeln geformt und an die Brauer als Bierwachs verkauft werden.[13])

Die Pikrinsäure, das Welter'sche Bitter, wird in Frankreich nicht selten wegen ihrer intensiven Bitterkeit dem Biere zugesetzt (s. Pikrinsäure); da ihr jedes Aroma fehlt, so kann sie um so weniger den Hopfen ersetzen und muss deshalb mindestens mit andern aromatischen Substanzen verbunden werden.

Zum Nachweis derselben im Biere entfärbt man letzteres mit Knochenkohle im Ueberschuss und lässt die Mischung einige Zeit stehen; die filtrirte Flüssigkeit verdampft man dann im Wasserbade bis zur Syrupsconsistenz und setzt Chlorkalium zu. Pikrinsaures Kalium scheidet sich dann in goldglänzenden Nadeln ab; legt man seidene oder wollene Fäden in das Filtrat, so kann man die Säure auch durch ihr Färbevermögen nachweisen.

Pflanzen mit narkotischem Principe. Bittersüss (Stip. Dulcam. von Solanum Dulcamara) wird häufig in Holland und Frankreich als Hopfensurrogat benutzt; da es mit gekocht wird, so entweichen hierbei die flüchtigen betäubenden Bestandtheile.

Dulcamara enthält nach *Pfaff* ein myrrhenartiges Balsamharz mit Benzoësäure nebst geringen Mengen von Solanin. Das Harz wird beim Gähren durch den gebildeten Alkohol ausgezogen.

Auch Buchsbaumblätter von Taxus baccata haben ein narkotisches Princip, welches sich aber während des Erhitzens mit den Wasserdämpfen verflüchtigt; ebenso besitzt Spartium scoparium ein Alkaloid mit narkotischer Eigenschaft, Spartëin, und ein Glycosid, Scoparin.

Samen und Blätter von Stechapfel, Taumellolch oder Opium, Rad. Helleb. albi figuriren nur in den Lehrbüchern, kommen aber in Wirklichkeit, wenigstens in Deutschland, nicht zur Anwendung; dagegen ist es sicher, dass in England die Semina colchici aut. wegen ihres bittern Princips bisweilen benutzt werden. So hat *Böttern* Fälle von Vergiftung durch Colchicin in Folge des Genusses von englischem Ale beobachtet; vier Männer klagten nach dem Genusse gleichzeitig über Druck im Magen, Stirnkopfschmerz, Erbrechen und Durchfall; bei einem der Patienten bildete sich Lichen über den ganzen Körper aus. Die chemische Untersuchung des Biers ergab Colchicin.[14])

Aromatisch bittere Stoffe. Hierher gehören: die Pomeranzenschalen, Herba Marrubii vulgaris, Wermuth, Zittwersamen, Coriander, Cardamomum, Gewürznägelchen, Muskat und die Paradieskörner (Gran. Parad.). Sie werden wegen ihrer eigenthümlichen Wirkung und ihres Aromas zugesetzt und statuiren keine Fälschung, sie tragen vielmehr zur Erhaltung des Bieres bei und zwar theils wegen ihres Gehaltes an ätherischem Oele und theils an adstringirenden Bestandtheilen.

Tannensprossen und Wachholder geben dem Biere ein starkes Aroma und eine diuretische Wirkung; bei der Gährung geben sie aber nicht zur Bildung von Ameisensäure Veranlassung, wie manchmal behauptet wird. Findet sich Ameisensäure im Biere, so kann man annehmen, dass es auf Rumfässern gelagert hat oder ihm absichtlich Rum zugesetzt worden ist.

Was die Kokkelskörner (Menispermum glaucum s. cocculus) und die Nux vomica betrifft, so kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass sie in Deutschland niemals als Zusatz zum Biere benutzt werden; nur in England sollen sie bisweilen noch bei einigen starken Bieren zur Anwendung kommen. Selbstverständlich wirken dann auch die in diesen Früchten enthaltenen Alkaloide, Strychnin, Brucin und Pikrotoxin mit.

Pikrotoxin (von πικρος, bitter, und τοξον, Pfeil) gehört zwar zu den Glycosiden, über seine giftigen Eigenschaften kann aber kein Zweifel herrschen.*)

Der Genuss eines Bieres, das mit Kokkelskörnern bereitet worden ist, muss schädlich einwirken, mag auch die Kleinheit der Gabe nicht bald auffallende Krankheitssymptome erzeugen, beim längern Genusse kann der sanitäre Nachtheil nicht ausbleiben.

Bekannt ist das Verfahren, mittels Kokkelskörner die Fische zu betäuben und zu fangen; in Preussen dürfen daher auch Apotheker und Materialhändler die Kokkelskörner im Handverkauf nicht verabreichen.

Reisbiere. Diese haben sich durch ihren Geschmack viele Anhänger erworben und werden vorschriftsmässig aus 5/6 Malz und 1/6 Reis dargestellt; durchschnittlich enthalten sie 3,55 Alkohol, 6,17 Gerbsäureextract und 0,08 Zucker. Hiernach übersteigt der Alkoholgehalt den der Münchener Biere (im Mittel 3,23) nur unbedeutend, dagegen ist der Gesammt-Extractgehalt und namentlich der Zuckergehalt bedeutend höher.

Die **Untersuchung eines Bieres** kann nach zwei verschiedenen Richtungen hin beansprucht werden. Es kann erstens von Wichtigkeit sein, die Qualität eines Bieres

*) Behufs toxicologischer Prüfung des Pikrotoxins wurde solches aus den Kokkelskörnern dargestellt und einem Kaninchen innerlich in einer Gabe von 0,05 Grm. beigebracht. Nach 8 M. legt es sich auf den Bauch, die Respiration beschleunigt sich ausserordentlich und einzelne Zuckungen durchfahren den Körper: Herzschlag stossweise und beschleunigt. Nach 10 M. bleibt es liegen und lässt sich zum Fortbewegen nicht mehr antreiben, nach 30 M. heftiger Starrkrampf, nach 40 M. wird es 9–10mal von den heftigsten Convulsionen fusshoch in die Höhe geschnellt und verfällt dann in Tetanus. Nach 50 M. starker Blutabgang aus dem Maule; nach 1 Stunde heftiger Starrkrampf, dann Rückwärtsgehen und Emprosthotonus, wobei der Kopf nach vorn bis zu den Hinterbeinen gezogen wird: Herzschlag verlangsamt, Knirschen mit den Zähnen und Seitenlage, in welcher krampfhaft und tief respirirt wird, bis unter stetiger Abnahme der Respiration und Herzthätigkeit der Tod nach 1 Stunde 20 M. eintrat. Die Pupille war erweitert, ging aber nach dem Tode in mittlere Contraction über.

Section nach 20 Stunden. Die Hirnhäute stark hyperämisch, zwischen Gross- und Kleinhirn ein erbsengrosses Blutextravasat; auf dem Pons und der Med. oblong. eine dünne flüssige Blutlage, die Plex. ven spin. mit geronnenem Blute gefüllt: die Schleimhaut der Luftröhre geröthet und mit viel röthlich gefärbtem Schaum bedeckt. Die obern Lungenlappen braunroth marmorirt, die untern schwarzbraun gefärbt; auf den Durchschnittsflächen tritt viel weisser Schaum zu Tage. Das ganze Herz strotzt von geronnenem, schwarzem Blute, das mit wenig flüssigem, dunkelrothem Blute vermischt ist; geronnenes Blut waltet überall vor, das flüssige Blut röthet sich an der Luft. Die Schleimhaut im Oesophagus und Magen ist normal, aus der Leber tritt beim Einschneiden geronnenes Blut aus.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass 0,05 Grm. Pikrotoxin ein kräftiges Kaninchen binnen 1 Stunde 20 Minuten zu tödten vermag: die heftigsten klonischen und tonischen Krämpfe füllen das Krankheitsbild aus, die tetanischen Zufälle walten jedoch vor. Als ein besonderes Symptom zeigt sich das Rückwärtsgehen des Thieres und die bogenförmige Krümmung des Rückgrats, so dass der Kopf fast die Hinterbeine berührte. Eigenthümlich war auch die Art des Stehens nach dem heftigen tetanischen Anfalle: die Beine waren nämlich ganz steif gestreckt, als ob das Thier auf Stelzen stände.

Dass Pikrotoxin hauptsächlich die Medulla oblongata erregt, hat *Röber*[15]) durch sorgfältige physiologische Experimente zu beweisen vermocht. Hiermit hängt die progressive Abnahme der Herz- und Lungenthätigkeit zusammen: auch bei der Section fiel ausser der bedeutenden Blutstauung in den Lungen das Blutextravasat an der Medulla oblongata und am Pons auf.

Eine Beziehung dieses Giftes zum Herzen lässt sich nicht verkennen, welche sich während der Vergiftung durch die stürmische Anregung der Herzbewegung mit nachfolgender Lähmung und in der Leiche durch die ausserordentliche Anfüllung des Herzens mit Blut charakterisirt. Der starke Blutabgang aus dem Maule des Thieres hängt jedenfalls mit den Blutstauungen in den Brustgefässen zusammen: es fand sich auch die Schleimhaut der Luftröhre stark geröthet und mit röthlich gefärbtem Schaume bedeckt.

bezüglich seiner Güte und Nahrhaftigkeit kennen zu lernen, während zweitens der Nachweis bisweilen nothwendig werden kann, ob Bier als solches vorhanden ist; letztere Frage wird gewöhnlich an die gerichtliche Chemie gestellt, wenn es sich um den Mageninhalt einer Leiche handelt. Aber auch bei Defraudationen verlangt die Gerichtsbehörde bisweilen den Nachweis, ob sich im Inhalte des Phlegmas eines Brenngutes Bier vorfindet; in diesen Fällen kann nur die Bestimmung der Bitterstoffe ein unzweifelhaftes Urtheil gestatten.

Schwieriger ist die Untersuchung über den Werth eines Bieres, da hierbei der Alkohol, das Dextrin, Gummi, die stickstoffhaltige Substanz, die Bitterstoffe, das Hopfenbitter, Hopfenharz und ausserdem die phosphorsauren Salze resp. die Aschenbestandtheile bestimmt werden müssen; diese Aufgabe vermag nur ein geschickter Analytiker zu lösen.

Der Ausschank des Bieres.

Beim Ausschank des Bieres hat man vorzugsweise auf die Frische, d. h. auf den Kohlensäuregehalt zu achten. Es ist nicht zweifelhaft, dass das Zapfen am Fasse in der ersten Zeit jedenfalls das schmackhafteste Bier ergeben wird, dass aber mit der Zunahme der Oberfläche des Bieres im Fasse eine Vermehrung der Sauerstoffeinwirkung stattfindet und gleichzeitig das Entweichen und Entbinden der Kohlensäure begünstigt wird. Zur Verhütung dieser Uebelstände wurden sinnreich construirte Hähne sowohl zum Abfliessen des Bieres als auch zum Verhindern des Eintretens der Luft construirt. Um die auf den Ausschank zu verwendende Zeit zu verkürzen und gleichzeitig die erwähnten Uebelstände zu beseitigen, wurden die Druck- resp. Bierpumpen in Anwendung gebracht.

Ganz im Anfange dieser Bestrebungen wurde das Bier aus den im Keller lagernden Fässern mittels zinnerner Pumpen gewöhnlicher Construction, also mittels Saugpumpen in das Schanklocal befördert. Die Verpackung des Kolbens konnte aber ohne Anwendung von fetten Substanzen nicht dicht gehalten werden; das Bier nahm mehr oder weniger davon auf und erhielt so einen eigenthümlichen Geschmack, während das Zinn dem Biere einen besondern Geruch und Geschmack gab. Auch waren namentlich die sehr häufig vorkommenden Verunreinigungen des Zinns (Blei, Kupfer, Zink, Arsen) Veranlassung, dass nach einiger Zeit der Ruhe das zuerst aufgepumpte Bier mit diesen Metalloxyden verunreinigt war; in Belgien stellten sich vor mehreren Jahren in Folge dieses Umstandes bei vielen Gästen einer Restauration Bleiintoxicationen ein.

Ferner waren die Ventile, Hähne u. s. w. grösstentheils von Messing angefertigt, wodurch ebenfalls Veranlassung zur Verunreinigung mit giftigen Metalloxyden gegeben wurde. Aus diesen Gründen suchte man das wirkliche Pumpen des Bieres dadurch zu umgehen, dass man mittels Compressionspumpen Luft in das Fass presste und so das Bier durch einen am Boden des Fasses angebrachten Schlauch nach dem Schanklocal drückte; die Pumpen wurden dann, um einen continuirlichen Druck zu etabliren, mit Windkesseln versehen. Diese Methode beseitigte in der That die eben erwähnten Uebelstände, nur verursachten sie eine gleichsam raschere Vermischung des Bieres mit dem atmosphärischen Sauerstoff, wodurch zwar die ersten zwei Drittel des Fassinhaltes nichts an Güte verloren, dagegen der Rest als schales, abgestandenes Bier zu Tage trat.

Um den Sauerstoff resp. die Einwirkung desselben auf das Bier zu beseitigen und den Gehalt an Kohlensäure dem Biere nicht allein nicht zu nehmen, sondern denselben zu vermehren, verfiel man auf die Anwendung der Kohlensäure als Druckgas. Das Bier wird durch Kohlensäure, welche man aus kohlensauren Salzen mittels einer Säure in geschlossenen Gefässen entwickelt und durch einen kleinen Waschapparat leitet, zum Schanklocale gedrückt; diese Methode lässt nichts zu wünschen übrig, wenn die Kohlensäure-Darstellung mittels geeigneter Materialien geschieht. Bekanntlich ist die im Handel vorkommende Salz- und Schwefelsäure stets arsenhaltig und es wird bei der Salzsäure das in derselben als Arsenchlorür enthaltene Arsen durch den kohlensauren Strom mit fortgerissen und schliesslich dem Biere mitgetheilt. Der Arsengehalt der Schwefelsäure ist von geringerer Bedeutung; dagegen ist ihre Anwendung beschränkter, weil sie im Allgemeinen minder löslichere Salze als die Salzsäure bildet und deshalb die Gasgeneratoren häufig entleert und gereinigt werden müssen, ausserdem auch Schwefelsäure theurer ist.

Es ist deshalb unumgänglich, dass keine gewöhnliche käufliche, sondern arsenfreie Salzsäure zur Entwicklung der Kohlensäure angewendet wird, ein Umstand, welcher in sanitärer Beziehung alle Beachtung verdient.

Die Pflanzenfaser.

Cellulose, Pflanzenfaser $C_6H_{10}O_5$ stellt die Zellenwände oder gleichsam das Skelet aller Pflanzen dar; auch in der Hüllenmembran aller Gliederthiere sowie in der Haut der Seidenraupen und Schlangen findet sie sich. In ziemlich reinem Zustande kommt sie im Marke der Pflanzen und in der Baumwolle vor.

Die mannigfaltigen Cohäsionsverhältnisse des Holzes werden durch die Holzfaser bedingt.*) Chemisch reine Cellulose ist eine amorphe, mehr oder weniger weisse durchscheinende Masse, die erst nach der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure durch Jod blau gefärbt wird.

Lässt man die Pflanzenfaser, d. h. ungeleimtes Papier, in einer Mischung von 1 Vol. concentrirter Schwefelsäure und ½ Vol. Wasser einige Secunden bei einer 15° nicht übersteigenden Temperatur liegen und wäscht sie dann mit Wasser gut ab, so verhält sie sich wie eine thierische Haut, indem sie pergamentartig geworden ist. Hierauf beruht die Fabrication des Pergamentpapiers.

Verdünnte Salpetersäure sowie schmelzendes Kali bilden mit der Cellulose schliesslich Oxalsäure.

Nitrocellulose, Pyroxylin, Schiessbaumwolle $C_6H_7(NO_2)_3O_5 = C_6H_7N_3O_{11}$ wird dargestellt, indem man so viel Baumwolle in ein Gemisch von 3 Th. Schwefelsäure von 1,84 spec. Gew. und 1 Th. Salpetersäure von 1,49 spec. Gew. eintaucht, als die Faser aufzunehmen vermag; andere ziehen Kalisalpeter und Schwefelsäure in entsprechenden Verhältnissen vor.

Da die Baumwolle des Handels stets Harze, Fettsubstanzen u. s. w. enthält, so muss sie vorher durch Aufweichen in warmem Wasser und nach dem Auspressen durch verdünnte Kalilauge von diesen fett- und harzähnlichen Substanzen befreit werden. Nach dieser Entfettung wird sie nochmals 2—4mal mit reinem Wasser, am besten mit dem Condensationswasser der Dampfmaschine, ausgepresst und in mit Dampf geheizten Cylindern, schliesslich in Trockenkammern bei einer Temperatur von 50° getrocknet.

Erst jetzt beginnt man a) mit der Ansäuerung, indem die Baumwolle in die Säuremischung gebracht wird, die sich in einem gusseisernen, wannenartigen Tauchapparat befindet; hier wird sie mit einer Schaufel bewegt und gelinde gedrückt; nach wenigen Minuten werden die Baumwollstränge zum Abtropfen gebracht und dann noch einige Stunden in Steinguttöpfen mit dem Säuregemisch in einem Locale stehen gelassen, dessen Temperatur nicht über 25° und nicht unter 5° betragen darf. Hierauf folgt b) die Entsäuerung, welche nach vorhergehender Entfernung des Säureüberschusses durch wochenlanges Liegenlassen in fliessendem Wasser in Kochen mit Pottaschenlauge, Auswaschen und Trocknen besteht. c) Der Silicirungsprocess wird durch Eintauchen der Schiessbaumwolle in eine Lösung von Natronwasserglas und Trocknen an der Luft bewirkt; bei letzterm zersetzt sich das kieselsaure Natrium und die Kieselsäure schlägt sich auf die Faser nieder.

Ein nochmaliges Auswaschen in fliessendem Wasser, Ausschleudern und Trocknen bei 35° beschliesst diese Fabrication.

Die vielfachen freiwilligen Zersetzungen, welche bei der Schiessbaumwolle stattfinden, scheinen höchst wahrscheinlich mit einer mangelhaften Entsäuerung oder Reinigung derselben in Verbindung zu stehen.

---

*) Hier sind die Sägespäne noch besonders zu erwähnen, da sie bei ihrer Aufbewahrung ein sanitäres Interesse darbieten. In den Lagerräumen sammelt sich nämlich eine grosse Menge Kohlensäure neben Butter-, Baldrian-, Ameisen- und Propionsäure an; diese Producte entstehen aus der Zersetzung der Harze und des Gummis im Holze, sie kommen daher vorzugsweise bei Sägespänen aus Nadelhölzern vor. Unter Umständen können daher solche Räume nachtheilig einwirken und sollten nie in Wohnhäusern angebracht werden.

Eine gute Schiessbaumwolle darf daher niemals sauer reagiren, weil sie sonst zur Zersetzung geneigt ist; bei diesem Zersetzungsprocesse ist im Verlaufe der Jahre ein vollständiges Zerfallen der Schiessbaumwolle in Oxalsäure und in eine gummiähnliche Substanz ermöglicht.

Der englische Chemiker *Abel* hat die Schiessbaumwollindustrie ganz bedeutend dadurch gehoben, dass er die Baumwolle in einem dem Holländer der Papierfabrication ähnlichen Maschine zerkleinert und die weitere Reinigung durch Umherschlagen der breiförmigen Masse in warmem Wasser mittels einer besondern Maschine (Poachingmachine) vollendet.

Die Masse wird nach der Nitrirung in cylindrische Formen zuerst mittels einfacher Handpressen und dann mittels starker hydraulischer Pressen verdichtet; die gepresste Masse füllt man in Pergamentpapier ein und trocknet sie bei 60° auf eisernen Platten.

Die comprimirte Schiessbaumwolle hat den Vorzug, dass sie an offener Luft ruhig abbrennt, auf Stoss und Schlag nicht reagirt und erst durch stark geladene Zündhütchen zur Explosion gelangt.

Die Schiesswolle unterscheidet sich in ihrer Structur gar nicht von der Baumwolle; sie ist nur rauher anzufühlen und knirscht bei der Berührung, auch zeigt sie elektrische Eigenschaften, indem die geriebenen Fasern an der trocknen Hand haften.

Bei der Bildung der Schiesswolle tritt Wasser aus und dafür ein Theil der Salpetersäure ein:

$$C_6H_{10}O_5 + 3HNO_3 = 3H_2O + C_6H_7N_3O_{11}.$$

Sie ist als ein Salpetersäure-Aether aufzufassen, in alkoholischem Aether unlöslich und entspricht dem Nitroglycerin. Je nach der Menge der einwirkenden Salpetersäure bildet sich ebenfalls Mono-, Di- und Trinitrocellulose.

Bei der Verpuffung im luftleeren Raum findet sich unter den Verbrennungsproducten stets Stickoxyd.

Karolyi[1]) hat die im Vacuum entstandenen Producte mit den im lufterfüllten Raum gebildeten verglichen; er fand:

	im Vacuum verbrannt:		unter hohem Druck explodirt:
Kohlenoxyd	28,55	—	28,95
Kohlensäure	19,11	—	20,82
Grubengas	11,17	—	7,24
Stickoxyd	8,83	—	—
Stickstoff	8,56	—	12,67
Wasserdampf . . .	21,93	—	25,31
Wasserstoff	—	—	3,61
	98,15.	—	98,18.

Karolyi nimmt an, dass bei der erhöhten Temperatur das Grubengas und der Wasserstoff dem Stickoxyd den Sauerstoff entzögen, wodurch unter Abscheidung von Stickstoff Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasser gebildet werden. Unzweifelhaft ist es, dass sich die Verbrennungsgase nach der Zusammensetzung der Nitrocellulose richten, in sanitärer Beziehung aber wegen ihres beständigen Gehaltes an Kohlenoxyd und Kohlensäure ebenso wie die Pulvergase sehr zu beachten sind; die Zersetzungsprocesse verlaufen übrigens nicht so einfach, wie sie der Theorie nach dargestellt werden. Unter Umständen werden gewiss auch Stickoxyd, salpetrige Säure und Cyan auftreten können, wie dies auch durch folgende Methode nachzuweisen ist.

Von der Gegenwart einer Cyanverbindung kann man sich nämlich leicht überzeugen, wenn man in einem gewöhnlichen Reagenscylinder eine kleine Menge Schiesswolle detoniren lässt, dann einige Tropfen verdünnter Kalilauge und verwittertes Eisenvitriol zugibt, durch Schütteln die Absorption der Gase begünstigt und nun mit Salzsäure übersättigt; es tritt dann eine starke Bläuung ein und in der Ruhe scheidet sich Berlinerblau ab.

Höchst wahrscheinlich wird das Kohlenoxyd von Cyan und die Kohlensäure von Cyanwasserstoff begleitet sein. Bei Verbrennungen im geschlossenen Raume ist die Kohlensäure stets ein Secundärproduct und zwar entstanden durch die Einwirkung von Sauerstoff des Wassers auf das Kohlenoxyd bei einer sehr hohen Temperatur; dieses Wasser ist nicht präexistirend, sondern ebenfalls als das Product der wasserstoffhaltigen Verbindungen des explodirenden Körpers zu betrachten. Indem der Sauerstoff des Wassers vom Kohlenoxyd attaquirt wird, bildet sich Kohlensäure neben frei werdendem Wasserstoff, der entweder direct zum Stickstoff treten und Ammoniak erzeugen oder aber die Kohlenstoffverbindung des Stickstoffs, Cyan, bilden kann. Die Schiessbaumwolle verbrennt übrigens ohne Rauch und Rückstand.

Die **Verwendung** der Schiessbaumwolle für Feuerwaffen ist wegen ihrer stark explosiven Wirkung und wegen der leichten Oxydation der Metalle durch die sauren Verbrennungsproducte noch nicht gelungen. In England benutzt man sie hauptsächlich als Sprengladung für Hohlgeschosse und Torpedos; die grosse Spannung und die Menge der bei der Verbrennung entstehenden Gase werden eben vorzugsweise als Trieb- und Sprengkraft benutzt. Zum Sprengen von Tunnels, Minen, Brücken, Gesteinen u s. w. ist sie ein vortreffliches Mittel; in Minen und Bergwerken ist sie nur bei der kräftigsten Ventilation zu gebrauchen, weil die Mannschaften durch die giftigen Verbrennungsproducte in grosse Gefahr versetzt werden. Dabei ist der Gehalt an Grubengas insofern beachtungswerth, als das Gasgemisch entzündlich ist, wenn es mit einem Licht u. s. w. in Berührung kommt; man sollte daher die Schiessbaumwolle bei unterirdischen Anlagen als Sprengmittel nicht verwerthen.

Bei der **Verpackung** hat man mit Papier gefütterte Kisten benutzt, in welche die Schiessbaumwolle nicht zu fest eingedrückt wird; man kann sie auch in Blechbüchsen einpacken, welche man in mit gebranntem Kalk beschickten Kisten zusammenstellt. Im Allgemeinen müssen die für den Transport des Schiesspulvers geltenden Vorschriften auch für Schiessbaumwolle massgebend sein. Die comprimirte Schiessbaumwolle wird für am besten transportfähig gehalten.

Collodium $C_6H_8O_3(NO_3)_2 = C_6H_8N_2O_9$ ist die Auflösung einer höher nitrirten Schiessbaumwolle in einem Gemisch von Alkohol und Aether; es ist ebenfalls ein Salpetersäure-Aether, aber weniger entzündlich und verbrennt beim Entzünden langsam.

Anwendung findet das Collodium vorzugsweise in der Photographie, wo es zum Präpariren der zu exponirenden Platten und des photographischen Papiers ein unentbehrliches Mittel geworden ist; auch dient es zur Darstellung leichter Ballons und als Schutzmittel gegen das Anlaufen von Silberwaaren. In der Medicin gebraucht man es als schützende Wunddecke oder als Einhüllungsmittel für reizende Mittel (Collodium cantharidatum). Das sogenannte elektrische Papier ist eine Collodiumhaut.

Bei der fabrikmässigen Darstellung der Pyroxylsubstanzen ist in sanitärer Beziehung zu bemerken, dass sich bei dem Eintauchen der Baumwolle in das Säuregemisch stets viel salpetrige und Untersalpetersäure entwickeln, welche nachtheilig auf die Arbeiter einwirken können, zumal jenes in einem Gefässe mit breiter Oberfläche unter häufigem Eindrücken vorgenommen werden muss; am zweckmässigsten geschieht diese Procedur unter einem gut ziehenden Schornsteinbusen, um die Dämpfe möglichst schnell aus der Athmungszone der Arbeiter abzuleiten.

Beim Auspressen der Baumwolle wiederholt sich diese Entwicklung von sauren Dämpfen ganz besonders; gewöhnlich färbt sich das Gesicht der Arbeiter gelb und die Nasenflügel werden geröthet und wund, auch an den Händen kommen häufig Excoriationen vor. Der Gebrauch von nicht vulcanisirten Kautschukhandschuhen würde hier am Platze sein.

Man sollte ausserdem den Versuch machen, die Imprägnation der Baumwolle in gusseisernen Gefässen vorzunehmen und das innige Durchtränken derselben mittels gusseiserner Walzen zu bewerkstelligen; der ganze Apparat könnte in einem Glasverschlag, welcher mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung steht, aufgestellt werden.

Die Gesundheit der Arbeiter kann durch diesen Act ganz zerrüttet werden, wenn dabei die nothwendigen Präventivmassregeln ausser Acht bleiben. In kleinern Fabriken wird diese Manipulation auf freiem Hofe vorgenommen, so dass sich die Arbeiter bei einiger Vorsicht mehr vor den Dämpfen schützen können; für die Adjacenten werden diese dann aber um so belästigender.

Die Waschwässer können Spuren von Pikrinsäure und Oxalsäure enthalten, namentlich wenn die Baumwolle noch Samenkapseln enthielt; man sollte sie nie frei abfliessen lassen, sondern stets mit Kalkmilch versetzen, es sei denn, dass eine grosse Menge Wassers zur Anwendung gekommen und eine hinreichende Verdünnung

der etwaigen schädlichen Beimengungen stattgefunden hat. Dabei ist nicht zu übersehen, dass auch beim Auswaschen aller nitrirter Körper noch eine reichliche Entwicklung von Untersalpetersäure stattfindet, deren Einwirkung auf die Arbeiter möglichst zu vermeiden ist.

Bei einem grossartigen Betriebe sind auch die Waschwässer, welche vom Entfetten der Baumwolle herrühren, ohne Kalkzusatz nicht abzulassen, weil sie sonst, wenn sie nicht in ein stark fliessendes Wasser gelangen, einem Fäulnissprocesse anheimfallen.

Bezüglich des Collodiums ist zu erwähnen, dass manche Photographen sehr von den Aetherdämpfen belästigt werden, welche bei Behandlung der Platten mit Collodium entstehen. In einem concreten Falle konnte ein Photograph wegen beständig wiederkehrenden Unwohlseins, namentlich wegen permanenten Kopfschmerzes und starken Schwindels, sein Geschäft nicht mehr fortsetzen; auch war sein in einer organischen Lungenkrankheit wurzelnder Husten ganz bedeutend schlimmer geworden: er ging später an Tuberculose zu Grunde.

Zu den Pyroxylinsubstanzen gehören noch das Pyropapier, das zu Zündspiegeln benutzt worden ist, das *Schultze*'sche Pulver, weisses Schiess- oder Sprengpulver, dem nitrirte Holzsubstanz zu Grunde liegt, das *Lannoy*'sche Pulver (auch Lithofracteur genannt), welches aus Schwefel, Natronsalpeter und nitrirtem Holz, Sägemehl oder Kleie besteht. Das Pulver von *v. Uchatius* enthält Nitrostärke (Xyloidin, Pyroxam).

Wenn die Schiessbaumwolle aus Hanf dargestellt wird, so kann wegen eines etwaigen Gehaltes mancher Hanfarten an Stärkemehl die gleichzeitige Bildung von Xyloidin stattfinden und dadurch das Präparat höchst explosiv werden.

Die Pflanzenfaser ist das wichtigste Material für die Papierfabrication; in industrieller Beziehung reiht sich daher die Papierindustrie zunächst hier an, um dann den Uebergang zur Textilindustrie, zur Baumwoll- und Leinenindustrie zu bilden.

Die Papierindustrie.

Erst im 13. und 14. Jahrhundert wurde Papier aus leinenen Lumpen fabricirt; die erste Fabrik dieser Art soll in Nürnberg errichtet worden sein. In Frankreich finden sich die ersten Papiermühlen im 16. Jahrhundert und erst gegen Ende desselben bemächtigten sich die Engländer dieser Industrie. Als die Protestanten aus Frankreich vertrieben wurden und viele derselben sich nach Holland begaben, war es besonders die Papierfabrication, welche durch diese Flüchtlinge bedeutend cultivirt und gehoben wurde; die Erfindung der Cylindermühle, des sogenannten Holländers, liefert hierfür den sprechenden Beweis. Schon im Jahre 1719 wies Reaumier nach, dass man Papier aus Holz fabriciren kann, und in Deutschland begann man schon im Jahre 1756 mit der Darstellung des Papiers aus Stroh.

Das Papiermaterial. Das wichtigste Material bilden die leinenen Lumpen, weil sie das beste und stärkste Papier liefern; baumwollene Lumpen liefern ein lockeres und rauhes Papier und werden deshalb mit leinenen Lumpen vermischt bearbeitet. Wolle und Seidenstoffe können nicht benutzt werden, weil ihre Fasern nicht hohl sind. Flachs und Hanf werden ausnahmsweise benutzt und zwar letzterer vorzugsweise zur Fabrication des Banknotenpapiers, Werg für die Darstellung von Packpapier und Bauspapier. Aus alten Seilen, Stricken und Tauen fabricirt man in England vielfach Tapetenpapier. Holz und Stroh sind in neuerer Zeit die wichtigsten Surrogate der Lumpen geworden; man unterscheidet daher die Holzzeug- und Papierzeugfabrication.

1. Holz- und Strohzeugfabrication.

Zur **Holzzeugfabrication** werden verschiedene Maschinen benutzt, welche 1) die Zersetzung, 2) das Sortiren und 3) die Breierzeugung bezwecken. Ausser diesem mechanischen Verfahren gebraucht man auch chemische Agentien, wie kaltes und heisses Königswasser und namentlich alkalische Flüssigkeiten.

Bei den Säuren verwendet man Steingutbehälter oder hölzerne Bottiche mit einem Boden von Granit, bei den Alkalien geschlossene eiserne Cylinder, in deren Umhüllung Dampf eingeleitet wird, um eine Erhitzung von 145—152° (8—10 Atmosphärendruck) zu erzeugen. Das Bleichen geschieht durch Chlorkalk.

Einige Fabriken vereinigen mit der Zerfaserung des Holzes eine Ueberführung der incrustirenden Materien (Gummi, Proteïnstoffe) in Zucker.

Strohzeugfabrication. Das zu Häcksel verschnittene Stroh wird in grossen Eisenblechcylindern mit kalter, aus Soda und Kalk bereiteter Natronlauge ausgelaugt, um die incrustirende Materie möglichst zu entfernen, ohne die Kieselsäure anzugreifen.

Das Dämpfen und Waschen des Strohs geschieht dann in Dämpfkesseln mittels überhitzter Dämpfe, nachdem die Natronlauge abgelassen ist; es wird abwechselnd gedämpft und warmes Wasser zugeleitet, um die Aufschliessung der Kieselsäure zu bewirken, die sich zunächst in kieselsaures Natrium umwandelt und dann mittels des heissen Wassers ausgewaschen wird.

Das Bleichen und Zermalmen der Strohmasse geschieht in einem Holländer mittels Chlorkalks (s. Papierfabrication): der Brei wird aber noch zwischen zwei Mühlsteine behufs Zermalmung von Knoten, Aehren u. s. w. geleitet, ehe er entweder als solcher in den Handel kommt oder direct auf Papier verarbeitet wird.

Einige Fabriken behandeln das Stroh wie das Holzzeug mit kaltem oder heissem Königswasser, worauf dann Waschen, Mahlen, abermaliges Waschen und Bleichen folgen.[1])

Bei dieser Fabrication haben die Waschwässer ein besonderes sanitätspolizeiliches Interesse, da sie bei der Behandlung mit Säuren stets sauer reagiren und bei der Benutzung der Natronlauge sehr kalkhaltig sind und in Folge des Bleichens meist auch Chlorverbindungen enthalten: ihr freier Abfluss in kleine Bäche tödtet alle Fische und macht das Wasser zu öconomischen oder technischen Zwecken unbrauchbar. Dabei sind die Abfallwässer blau, grün oder grau und färben sämmtliches Wasser in kleinen Flüssen; in stehenden Gräben oder in Wasserläufen mit schwachem Gefälle geben sie auch wegen des Gehaltes an organischen Bestandtheilen nicht selten zu Fäulnissprocessen Anlass.

In einem concreten Falle liess eine Papierfabrik, die Stroh und Holz verarbeitete, alle Abfallwässer frei in einen kleinen Bach fliessen, so dass alle Fische zu Grunde gingen. 1 Kubikmeter des Bachwassers enthielt in Grammen

	Chlor:	Schwefelsäure:	Kalk:	Magnesia:	Organ. Stoffe:
oberhalb der Papierfabrik	24,81	Spuren	72,0	7,2	128,0
an der Fabrik	227,2	182,4	173,0	13,6	387,0
unterhalb der Fabrik .	347,9	31,6	103,04	13,6	5904,0.

Noch weiter von der Fabrik entfernt war das Wasser bereits von fauliger Beschaffenheit.

Klärbassins sind hier zunächst erforderlich, damit sich die Hauptmasse von Alkalien und Farbstoffen absetzt: die alkalischen Rückstände können zwar durch Eindampfen wieder gewonnen werden, die meisten Fabricanten befassen sich aber ungern mit diesem Verfahren.[2])

Saure Wässer müssen jedenfalls neutralisirt werden, ehe sie mit vielem Wasser verdünnt zum Abfluss gelangen. Es ist leicht ersichtlich, dass solche Fabrikanlagen nur in die Nähe grosser Wasserläufe gehören, um im Abfluss ihrer Wässer weniger behindert zu sein (s. Bleichen der Papiermasse).

2. Papierzeugfabrication.

Die Abfälle von gewebten Stoffen, die Lumpen, Hadern oder Stratzen, stellen stets das gebräuchlichste Papiermaterial dar, weshalb auch der Lumpenhandel eng mit der Papierindustrie verknüpft ist.

Dass durch alte Lumpen ansteckende Krankheiten, namentlich Krätze und Pocken verschleppt werden können, ist nicht unwahrscheinlich, positive Thatsachen hierüber liegen aber nicht vor. Seitens der Polizei lassen sich hierbei keine besondern Massregeln ergreifen; als ein Schutzmittel gegen mögliche Ansteckungen bei der Behandlung der Lumpen ist das Besprengen derselben mit Terpentinöl empfohlen worden. Bei epidemischem Auftreten der Pocken könnten übrigens von einzelnen Polizeibehörden nöthigenfalls solche Massnahmen angeordnet werden und zwar um so eher, als dieses Verfahren leicht auszuführen ist und der Verwerthung des Materials keinen Schaden bereitet.

Auch bezüglich der Verbreitung von Krätze durch alte Lumpen sollte dieses einfache Mittel häufiger angewendet werden, da bekanntlich Terpentinöl nicht nur den Sarcoptes scabiei tödtet, sondern auch auf die meisten andern Insecten tödtlich einwirkt.

Das Lagern der Lumpen. Dieses darf nur in trocknen und luftigen Räumen geschehen, auch sollte stets erst die polizeiliche Erlaubniss dazu nachgesucht werden, da Lumpenlager für die Nachbarschaft durch die Heranziehung von Ungeziefer jeder Art lästig werden. Feuchte Räume und Keller dürfen als Lagerplätze nicht geduldet werden, weil Lumpen vor jeder Nässe geschützt werden müssen; feuchte Lumpen entwickeln nämlich übelriechende Zersetzungsproducte und zwar unter Wärmeentwicklung, welche sich bis zur Entzündung steigern kann. Da auf diese Weise feuchte Lumpen sogar Brand erzeugen können, so ist Grund genug vorhanden, den Lumpenlagern eine polizeiliche Ueberwachung zu widmen; die Räume müssen so luftig und trocken sein, dass feuchte Lumpen alsbald zum Austrocknen gelangen können.

Das **Sortiren der Lumpen** wird schon von den Sammlern und Händlern vorgenommen, geschieht aber mit grösserer Sorgfalt in den Papierfabriken; dasselbe ist stets mehr oder weniger mit Entwicklung von Staub verbunden, weshalb bisweilen chronische Augenentzündungen als Folgen dieser Beschäftigung auftreten.

Auf das Sortiren folgt das **Verpacken,** wobei die Lumpen oft mit den Füssen getreten werden und eine bedeutende Staub-Atmosphäre veranlassen. Beim **Entleeren** der Säcke und Ballen in den Papierfabriken wiederholt sich dieser Staub, welcher überhaupt als der nachtheiligste Factor hierbei zu betrachten ist.

Hier ist das **Sortiren** als ein Vorbereitungsact für die eigentliche Papierfabrication zu betrachten, da es sich darum handelt, die baumwollenen, wollenen, seidenen, gefärbten u. s. w. Lumpen von den leinenen zu trennen, alle möglichen Unreinigkeiten wegzuschaffen und Nähte und Säume wegzuschneiden. Nach den Hauptgattungen des darzustellenden Papiers sondert man nun die Sorten der Lumpen; grosse und luftige Räume sind für diese Beschäftigung absolut erforderlich und bei grossem Betriebe mit einem Exhaustor zu versehen.

A. **Präparation der Lumpen für die Papierfabrication.** Die Lumpen erfordern besonders bei der Darstellung von weissem Papier eine sorgfältige Präparation. Man unterscheidet 1) das Zerschneiden derselben, welches mittels besonderer Maschinen, Lumpenschneider, geschieht.

2) Zur mechanischen Reinigung und Auflockerung der zerschnittenen Lumpen dient der sogen. Lumpen-Wolf, der viel Staub aufwirbelt und die Arbeiter erheblich belästigen kann. Exhaustoren sind auch hier am Platze und es müssen sowohl für das Wolfen als für das darauf folgende Sieben besondere Locale benutzt werden.

Das Sieben geschieht in horizontal liegenden Trommeln, deren Seitenflächen aus Drahtgitter bestehen, durch welches die Unreinigkeiten herausgeworfen werden. Die Trommel muss unbedingt mit einem hölzernen Kasten umgeben sein, aus welchem ein hölzerner Schlauch in's Freie führt, obgleich auch hier die Mitwirkung eines Exhaustors vorzuziehen ist, um den Staub durch kräftigern Luftzug fortzuführen; die betreffenden Einrichtungen können noch so verschieden sein, wenn nur diesem Umstande Rechnung getragen wird.

3) Die nasse Reinigung der Lumpen ist dem Beuchen der Leinwand oder Baumwolle sehr ähnlich und geschieht mittels Wasserdämpfe in cylinderartigen Gefässen oder in Bottichen mit einem zweiten durchlöcherten Boden.

Feine und weisse Lumpen werden vorher in einer Lösung von Pottasche oder gereinigter Soda, grobe, ungebleichte und farbige Lumpen in Holzaschenlauge und Kalkmilch und das gröbste Material nur in Kalkmilch eingeweicht.

Beigemengte wollene und seidene Lappen werden durch die Alkalien zerstört: es färbt sich die Masse unter Entwicklung von ammoniakalischen und übelriechenden Dämpfen roth.

Die schwach alkalischen Waschwässer dürfen niemals in Schlinggruben, sondern müssen in Abflusscanäle oder fliessendes Wasser abgelassen werden.

Statt des Beuchens wandte man früher das Faulen oder Maceriren der Lumpen an, um ihre Umwandlung in Halbzeug vorzubereiten, sowie die Farben zu zerstören und einen gewissen Grad von Bleichung hervorzurufen. Zu diesem Zwecke weichte man die zerschnittenen Lumpen in Bottichen (Faulbütten) mit so viel Wasser ein, dass sie ganz davon durchtränkt wurden: man stampfte sie fest zusammen und liess sie mehrere Tage in einem bis zu 19—21° C. erwärmten Raume stehen. Es entstand ein Fäulniss- und Gährungsprocess, in Folge dessen sich die gefaulten Lumpen zwar schneller und leichter bearbeiten liessen, dagegen war das daraus angefertigte Papier weniger fest und bedurfte späterhin einer stärkern Leimung.

Wendet man dieses Verfahren bei groben und ungebleichten Lumpen an, so müssen sie ein paarmal während dieses Processes umgekehrt werden, um eine zu grosse Erwärmung zu verhüten, wodurch eine erhebliche Belästigung für die Arbeiter entstehen kann.

Die Fäulnisswässer enthalten die flüchtigen Fettsäuren und je nach der Färbung der Lumpen auch giftige Metalloxyde, weshalb sie unter allen Umständen mit Kalk versetzt werden müssen, ehe man sie frei abfliessen lässt.

B. **Fabrication des Halbzeugs (Defilage).** Die Zerkleinerung der zerschnittenen und gereinigten Lumpen zu feinen Fasern geschieht in der Papiermühle (Geschirr) und zwar entweder nach der deutschen oder holländischen Methode, von denen die erstere fast gar nicht mehr vorkommt. Das Stampf- oder Hammergeschirr besteht hierbei aus Stampfern oder Hämmern, die sich abwechselnd auf- und abbewegen.

Die holländische Stoss- oder Walzenmühle ist fast überall eingeführt und besteht aus einem 3 Meter langen und 1½ Meter breiten Troge von Holz, Stein oder von Eisen, das innen cementirt ist; eine senkrechte, nach der Längsachse laufende Zwischenwand theilt diesen Raum in zwei Hälften und hat oben und unten einen freien Raum für die Circulation des Papierzeugs. Auf dieser Zwischenwand und einer Seitenwand des Troges ruht eine aus Holz oder Gusseisen angefertigte und mit Schneiden besetzte Trommel, unter welcher sich der sogenannte, ebenfalls mit Schneiden besetzte Kropf befindet. Der Halbzeugholländer dient zur Zerfaserung der Lumpen und liefert das Halbzeug.

Das Bleichen des Halbzeugs. Bei der Fabrication des weissen Papiers ist das Bleichen nicht zu umgehen; benutzt man Chlorgas, so breitet man das Halbzeug in hölzernen Kasten mit durchlöcherten Brettern aus. Aus Ziegeln construirte Bottiche müssen mit Cement verputzt und mit Leinöl oder Steinkohlentheer getränkt werden. Nach beendigter Zuleitung des Chlors und hinreichender Einwirkung des Gases darf man die betreffenden Behälter erst öffnen, nachdem das überschüssige Gas in den Schornstein abgeleitet worden ist (s. S. 49).

Im Rückstande bleibt nur wenig Salzsäure nebst den Metalloxyden, die etwa noch in den Lumpen vorhanden gewesen sind; von ihrer Beschaffenheit hängt es ab, ob man den Abfluss dieses Rückstandes in fliessendes Wasser gestatten darf. Kalkmilch ist in der Regel das geeignetste Mittel, um die schädlichen Substanzen auszuscheiden; in grossen Fabriken kann sogar die Ausscheidung von Blei und Kupfer nutzbringend sein.

Beim Bleichen mit Chlorwasser schüttet man das Chlorwasser in hölzerne ausgepichte Bottiche auf das feuchte und locker gezupfte Halbzeug, deckt das Gefäss sorgfältig zu, rührt bisweilen um und lässt das Wasser nach 4—5 Stunden ab.

Die Abflusswässer sind wie beim Bleichen mit Chlorgas zu behandeln; hat man aber noch nachträglich zur Abscheidung der Metalloxyde ein schwaches Schwefelsäurebad benutzt, so ist stets ein Kalkzusatz nothwendig.

Die ganze Methode ist für die Arbeiter sehr belästigend, wenn sie in offenen Bottichen geschieht; diese sind daher stets mit Einrichtungen zur Ableitung des nicht absorbirten Gases zu versehen. Auch muss das Bereitungsgefäss für Chlorwasser mit einem Rohr behufs Zuleitung eines Dampfstrahls versehen sein, der das Chlorwasser in den Bleichbottich überführt, weil der hydrostatische Druck zur vollständigen Anfüllung desselben nicht ausreicht; mit dem Bereitungsgefässe stehen oft 5–6 Bleichbottiche in Verbindung.

Das Bleichen mit Chlorkalklösung geschieht bisweilen schon im Halb-Holländer, namentlich bei den gröbern Papiersorten, da bei diesen stets etwas Kalk zurückbleibt. In diesem Falle setzt man die Chlorkalklösung den Lumpen im Halbzeugholländer 1 Stunde lang zu und „verschlägt“ den Holländer, d. h. man hebt den Wasserwechsel, den Abfluss des schmutzigen und den Zufluss des reinen Wassers für diese Zeit auf. Da aber das Metall des Holländers durch die Chlorkalklösung leicht angegriffen wird, so ist hier das Bleichen mit einer alkalischen Flüssigkeit, z. B. mit Eau de Javelle, vorzuziehen.

Setzt man der Chlorkalklösung Schwefelsäure zu, um die Chlorentwicklung

zu beschleunigen, so kann der sich bildende Gips durch Auswaschen entfernt werden, wenn er nicht absichtlich zum Beschweren des Papiers erzeugt worden ist.

Diese in mancher Beziehung höchst lästigen Waschwässer lassen sich ganz gut verwerthen, wenn man sie mit Glaubersalz versetzt, weil sich dadurch ein krystallinischer Gips bildet, welcher zum Satiniren des Papiers, namentlich in Tapetenfabriken, benutzt werden kann, da er dem Papier einen atlasähnlichen Ueberzug verleiht. Das hierbei abfallende Wasser enthält nur Kochsalz; benutzt man Essigsäure oder Kohlensäure zur Entwicklung von Chlor aus dem Chlorkalk, so bildet sich im erstern Falle ein lösliches, im zweiten ein unlösliches Calciumsalz. Wird die Kohlensäure zu diesem Zwecke aus Koks entwickelt, so tritt auch gleichzeitig schweflige Säure auf, die zuerst saures schwefligsaures, nachher schwefelsaures Calcium nebst freier Schwefelsäure bildet. Häufig ist das Mürbewerden des fertigen Papiers, welches gewöhnlich dem Chlor zugeschrieben wird, nur durch die aus den Koks entwickelte schweflige Säure bedingt.

Nach dem Chloriren müssen die gebleichten Zeuge mit Natriumsulfit antichlorirt werden.

C. **Fabrication des Ganzzeuges (Raffinage).** Nach einem sorgfältigen Antichloriren und Waschen des Halbzeugs mittels besonderer Waschtrommeln gelangt dieses auf den Ganzzeugholländer, der mit mehr Schneiden besetzt ist, dem Kropfe näher steht und sich schneller bewegt, um das Ganzzeug, den feinen Papierbrei, zu verarbeiten; man lässt diesen in Kasten mit Drahtböden laufen, presst ihn aus und trocknet mittels Centrifugen.

Man pflegt im Ganzzeugholländer dem Papierzeuge mineralische Substanzen von weisser Farbe zuzusetzen, um dem unvollkommen gebleichten Zeuge eine bessere Weisse zu geben, oder auch um das absolute Gewicht des Papiers zu erhöhen; der letztere Grund ist gegenwärtig bei den Fabricanten häufig massgebend.

Zu diesen Substanzen gehören: weisser Thon, Lenzin, Kaolin, ungebrannter Gips oder selbst Zinkweiss, Bariumsulfat und Bleisulfat; man nennt sie chemische Bleichmittel. Um auch den schwächsten gelblichen Schein zu tilgen und dem Papier einen bläulichen Schimmer zu geben, setzt man dem Ganzzeuge oft Smalte, Ultramarin, Indigo oder Berlinerblau zu.

Papierzusatz. Unter Papierzusatz versteht man verschiedene Papiersorten, welche dem Ganzzeuge zugesetzt werden; bei den feinsten Papieren können benutzte Papiere derselben Gattung zugesetzt werden, nachdem sie vorher durch ein Säure- oder Chlorbad gegangen sind, um die Dinte zu zerstören.

Bei geringern Papiersorten, namentlich bei weissen ungeleimten Sorten, werden auch farbige Papiere oder weisse Tapeten zugesetzt. Es kann deshalb nicht auffallen, dass grade die bessern Sorten der ungeleimten Papiere, die sogen. Filtrirpapiere, bisweilen Metalloxyde enthalten, weil grade die bessern Glanzpapiere und Tapeten ihre Farben den Metalloxydfarben verdanken, wohingegen die geringern Tapetensorten, welche nur den grauen ungeleimten Papieren zugesetzt werden, grösstentheils mit unschädlichen Erd- oder Ockerfarben bedruckt werden.

Je nach der Verwendung der weissen Filtrirpapiere können deshalb auch schädliche Einflüsse veranlasst werden; filtrirt man z. B. Fruchtsäfte, Zuckerlösungen u. s. w. durch solche Papiere, so können dieselben mit den betreffenden giftigen Substanzen verunreinigt werden; weniger wird dies der Fall beim Filtriren des Kaffee's oder anderer neutraler Flüssigkeiten sein.

Das Leimen des Ganzzeuges. Das sogenannte „Leimen in der Bütte“ oder „in der Masse“ geschieht mittels Harzleims. Für gewöhnliche halbfeine Schreibpapiere nimmt man Fichtenharz, für geringes Schreib- und Packpapier Colophonium; das Harz löst man in verdünnter Aetzkali- oder Natronlauge und vermischt es mit dem Ganzzeuge im Holländer. Der ganzen Masse setzt man so viel Alaun hinzu, dass die Harzseife zersetzt wird (Bildung von pininsaurer Thonerde); wenn das Papier auf die Trockenwalze kommt, schmilzt die Harzseife hinein, so dass es für Wasser nicht mehr durchdringlich ist.

Es leuchtet ein, dass die Leimung des Papierzeuges eine viel vollkommenere und innigere ist als die des Papierblattes, die man das „Leimen nach der Bütte“, d. h. nach dem Trocknen des Handpapiers nennt und mittels thierischen Leims vornimmt.[3])

Bei der Harzseifebereitung entwickeln sich mehr oder weniger Terpentinöldämpfe, welche für die Bienen ein Anziehungsmittel sind; sie sammeln sich daher bei dieser Procedur in Menge im Fabriklocale an.

D. **Fabrication des Papierblattes.** Das fertige breiartige Ganzzeug wird nun entweder zu Hand- oder Maschinenpapier fabricirt.

Hand- oder Büttenpapier. Dieses Papier wird durch Handformen geschöpft; gewöhnlich lässt man das Ganzzeug aus dem Holländer direct in die Schöpfbütte fliessen, wo es durch Umrühren mit vielem Wasser einen verdünnten milchartigen Brei bildet, den der Schöpfer, d. h. der mit dem Schöpfen beschäftigte Arbeiter, auf eine Drahtsiebform bringt, durch welche der grössere Theil des Wassers abfliesst, während die Fäserchen des Ganzzeuges zurückbleiben und einen zusammenhängenden Bogen bilden.

Der „Kautscher" lässt zunächst die geschöpfte Form etwas abtropfen, legt sie auf einen Filz, ein locker gewebtes Wollenzeug, und entfernt durch sanftes Drücken den weichen Bogen von der Form. Die ersten Papierbogen bedeckt er wieder mit einem Filz und fährt auf diese Weise schichtweise fort.

Dann folgt das erste Pressen zwischen den Filzen, das Pressen im befilzten Pauscht, und nach Wegnahme der Filze das zweite Pressen, das Pressen im weissen Pauscht (franz Porse, Stoss-Papier). Das Trocknen geschieht auf Trockenböden.

Leimen des Papiers. Das auf diese Weise erhaltene Papier ist weich und wird nur als Druck-, Filtrir-, Lösch- und weiches Packpapier gebraucht Schreib- und Zeichenpapier muss nun geleimt werden, wenn dies nicht schon „in der Bütte" geschehen ist, worauf Trocknen, Pressen und Glätten folgen.

Maschinenpapier, Papier ohne Ende. Bei der Fabrication desselben fliesst das Ganzzeug auf ein Drahtsieb ohne Ende, welches sich in beständiger Bewegung befindet, ein Verfahren, durch welches bedeutend an Zeit gewonnen wird.

Hier bewirkt die Maschine Alles, was sonst der Arbeiter mit der Hand verrichtete. Nachdem das Ganzzeug durch den Knotenfänger von etwaigen Knoten befreit und durch den Regulator auf die Form, ein langes, in sich selbst zurückkehrendes Metalldrahtgewebe, gebracht worden, bewegt sich dieselbe über Walzen, durch deren Umdrehung eine gleichmässige Bewegung des Ganzzeugs in der Längsrichtung erzielt wird, während es durch eine horizontale Hin- und Herbewegung der Form, wie beim Schöpfen, auch in der Richtung der Breite geschüttelt wird (*Fourdrinier*'sche Maschine).

Behufs Exhaustion des Papierzeuges hat man vielfach rotirende und Glockenpumpen angewendet; gegenwärtig wird häufig ein Saugapparat von *Kaufmann* hierzu benutzt.

Das entwässerte und verdichtete Papierblatt geht nun seinen Weg ohne Form weiter und kommt zunächst auf ein endloses Filztuch, dasselbe lockere Wollenzeug, welches der Kautscher beim Büttenbetriebe gebraucht. Das Filztuch bringt das Papierblatt nach der Nasspresse, einem Walzwerk, welches die Entwässerung durch Auspressen vollendet.

Die Trockenpresse bezweckt die Entfernung der letzten Wasserreste durch Trocknen auf grossen, durch direct einströmenden Dampf geheizten Trommeln. Bei der Trockenpresse entwickeln sich sehr viele Wasserdämpfe, welche nicht bloss die Arbeiter belästigen, sondern auch mit der Zeit das Fabriklocal schädigen können: es ist deshalb nothwendig, die Wasserdämpfe durch Ventilatoren oder Exhaustoren wegzuschaffen, zu welchem Zwecke über den Trockenwalzen stets ein entsprechender Fang anzubringen ist.

Zum Satiniren des Papiers gebraucht man Glättwalzen, zur Zertheilung desselben in der Längs- und Breitenrichtung Schneidescheiben.

Zur Darstellung der gröbern Papiersorten, des Pack- und Tapetenpapiers u. s. w., benutzt man eine anders construirte Maschine, welche Cylindermaschine genannt wird; nach ihrem Erfinder heisst sie auch die *Dickinson*'sche Maschine und besteht hauptsächlich aus einem mit Drahtsieb überzogenen, horizontal liegenden und sich um seine Achse drehenden Cylinder, welcher somit die Formwalze darstellt.

Ausser den genannten Wasserdämpfen beim Trocknen machen sich bei der Fabrication des Papierblattes keine sanitären Gesichtspuncte geltend, nur ist bei dem beständig nassen Boden das Auflegen von Holzgittern erforderlich.

Pappe oder Pappendeckel. Die geschöpfte oder geformte Pappe wird wie das Büttenpapier, aber aus geringern Materialien, unter Zusatz von Thon oder Kreide dargestellt. Die beste Sorte stellt die Glanzpappe dar, welche in der Bütte geleimt wird; sie liefert die sogenannten Pressspäne, welche bei der Tuchfabrication und in den Buchdruckereien zum Pressen und Glätten benutzt werden.

Zur Fabrication der Steinpappe benutzt man Ganzzeug, Leimlösung, gepulvertes Cement, Thon, Kreide oder Barytweiss.

Eine besondere Papiermasse ist das Papiermaché; man bereitet hierzu aus altem Papier durch Kochen mit Wasser und unter Zusatz von Sand, Thon, Kreide oder Schwerspath einen Teig, den man auspresst, mit einem Klebemittel versetzt und in geölte

Formen drückt; die dargestellten Gegenstände werden nach dem Trocknen broncirt, bemalt oder lackirt, wobei die bei diesen Manipulationen erforderlichen Vorsichtsmassregeln zu berücksichtigen sind (s. Bronciren und Lackiren).

Unter den **besondern Arten von Papier** ist das Cartonpapier, eine feinere Sorte von Pappe, welche man zu Papparbeit (Cartonnage) gebraucht, hervorzuheben; man versetzt das Ganzzeug im Holländer mit Thon, Gips, Kreide, Schwerspath u. s. w. Aus diesem Papier wird auch das sogenannte Kreidepapier (Papier-porcelaine) für Steinabdrücke, Spielkarten, Visiten- und Adresskarten u. s. w. angefertigt. Der Grund dieser Papiere wird gewöhnlich durch Thon oder Blanc-fixe gebildet, wohingegen die Lasur mit Zink- oder Bleiweiss unter Zusatz der geeigneten Klebemittel mittels einer Bürste aufgetragen wird. Die Glätte erhält das Papier dadurch, dass man es mit einer polirten Kupfer- oder Stahlplatte durch 2 Walzen gehen lässt.

Wegen des Metallgehaltes dieser Papiere hat man darauf zu achten, dass kleine Kinder sie nicht in den Mund nehmen und daran kauen, wodurch manche Krankheitszustände veranlasst werden können. Noch gefährlicher ist in dieser Beziehung das sogenannte Krystallmoiré-Papier, welches eine dicke Lage von krystallisirtem Bleizucker enthält, die sehr leicht abspringt: dasselbe wird auch für Visitenkarten benutzt, seine Darstellung sollte aber polizeilich verboten werden.

Das Pergamentpapier oder vegetabilisches Pergament hat in neuerer Zeit immer grössere Verbreitung gefunden, nachdem der Engländer *Gaines* die Einwirkung von Schwefelsäure (auch von Chlorzink) auf die Cellulose zuerst technisch verwerthet hat.[4])

Das Glaspapier vertritt die Fischhaut und den Schachtelhalm beim Schleifen. Man bestreicht Papier mit heissem Leimwasser, siebt das sehr fein geriebene Glaspulver darauf, behandelt es mit einer hölzernen Walze, trocknet und versieht es schliesslich noch mit einem Anstrich von Leimwasser.

Geschieht diese Arbeit aus freier Hand, so entsteht dadurch in Folge des eingeathmeten Glaspulvers häufig eine hartnäckige Angina faucium oder tonsillaris, welche nicht selten auch noch längere Zeit nach eingestellter Arbeit fortdauert. Uns sind Fälle von bedeutender Intensität und Hartnäckigkeit bekannt geworden; zur Vermeidung dieser nachtheiligen Folgen muss das Reiben und Sieben des Glaspulvers stets in geschlossenen Trommeln vorgenommen werden.

Zu den **medicinischen Papieren** gehören das Phenylpapier, das Senfpapier, das Harzpapier u. s. w.[5])

In Betreff der Papierwäsche, bei welcher das Papierzeug mit einem feinen Ueberzuge von Leinen- oder Baumwollzeug versehen wird, ist nur zu bemerken, dass früher die Papierkragen mit Bleiweiss geglättet wurden, ein Verfahren, das natürlich ganz zu verwerfen ist; gegenwärtig gebraucht man mehr Schwerspath hierzu.[6])

Das Färben des Papiers. Das Färben des Papiers geschieht auf mechanische und chemische Weise. Beim mechanischen Färben vermischt man schon das Ganzzeug bei der Papierfabrication mit den betreffenden Farben; solche Papiere nennt man auch im Zeug gefärbte Papiere. Die geringern Sorten der auf diese Weise gefärbten Papiere benutzt man zum Einpacken des Zuckers, der Nähnadeln, vieler Genussmittel, z. B. des Cichorienkaffee's, der Kaffeesurrogate, des Schnupftabaks u. s. w. Zu den feinern Sorten gehören die gefärbten Postpapier-Briefbogen.

Was die verschiedenen Farben betrifft, so gebraucht man für Blau Smalte, Ultramarin, Berlinerblau, Bremergrün oder Bremerblau, Indigocarmin u. s. w., für Gelb fertiges Chromgelb oder essigsaures Bleioxyd mit Kaliumbichromat, gelben Ocker, gelbes Ultramarin; für Grün Schweinfurter-, Neuwieder-, Papageigrün, Berlinerblau mit Chromgelb; für Braun rohe und gebrannte Umbra; für Roth natürlichen rothen oder gebrannten gelben Ocker, in Ammoniak gelöste Fernambuk- und Krapplacke, seltner wegen ihrer Schwere Mennige oder Zinnober; für Schwarz Kienruss, Rebenschwarz, Beinschwarz; für Violett Blauholzextract. In neuerer Zeit hat man auch die verschiedenen Anilinfarben in Lösung dem Ganzzeug zugesetzt.

Es leuchtet ein, dass in sanitätspolizeilicher Beziehung bei dieser Fabrication die Abflusswässer alle Aufmerksamkeit verdienen, wenn giftige Metalloxyde dabei

zur Anwendung kommen; sie dürfen dann nie frei abfliessen, sondern müssen entweder wieder für die Papierfabrication oder anderweitig verwerthet werden. Können sie wegen Verunreinigung nicht weiter benutzt werden, so muss man wenigstens die betreffenden Metalloxyde entfernen, ehe man die Wässer abfliessen lässt; in den meisten Fällen wird Kalkmilch hierzu ausreichen.

Ueberhaupt bilden die Abflusswässer bei der Papierfabrication den wichtigsten Gegenstand der sanitätspolizeilichen Ueberwachung, wenn es sich um die Einleitung derselben in Bäche und kleine Flüsse handelt.

Feinere Papiersorten färbt man durchgehends auf chemische Weise. Man gebraucht dazu 1) eine Lösung von sogenannten Saftfarben, welche mehr oder weniger in Wasser löslich, aber nicht decken, sondern durchscheinend (lasirend) sind, weshalb sie auch Lasurfarben heissen. Man wählt hierzu dünnes Papier und zieht dasselbe durch die Farbenbrühe; man lässt dann abtropfen und hängt zum Trocknen auf. Für Rosaroth, namentlich für die Darstellung der künstlichen Rosenblätter, gebraucht man reines Safflorroth, für Blau und Violett eine Indigolösung, Orseille, Lackmustinctur, obgleich blaues und violettes Blumenpapier selten als durchscheinendes Papier angewendet wird. Für Grün ist eine Indigosolution mit Pikrinsäure oder auch Safranabkochung, namentlich für die Darstellung künstlicher Blumenblätter, sehr gebräuchlich.

2) Man mischt anorganische Farben, sogenannte Deckfarben oder Körperfarben, mit einer klebrigen Flüssigkeit zusammen und streicht das Papier mit diesem Gemisch an; das Papier muss geleimt sein.

Zur Darstellung einfarbiger Papiere reibt man die Farben mit Leimwasser bis zur Syrupsdicke zusammen; für Weiss wählt man Bleiweiss, Schwerspath, seltner Zinkweiss, weil dasselbe einen gelblichen Ton annimmt; für Gelb oder Orange neutrales oder basisches Chromblei und Pikrinsäure; für Roth Mennige, Chromzinnober oder Antimonzinnober; für Rosa und Purpur Krapp- und Fernambuklack; für Grün leider noch immer vorzugsweise Schweinfurtergrün; für Blau Berlinerblau; für Bronce gemengte Lacke aus Blau-, Roth- oder Gelbholz; für Schwarz und Grau Frankfurter Schwarz, Kienruss u. s. w.

Den feinsten Ultramarin und Carmin benutzt man für feine Papiere, welche meist matt in den Handel kommen und grade hierdurch einen besondern Werth erhalten; solche Farben werden mit möglichst wenig Leim aufgetragen.

Zur Darstellung der geflammten Papiere wird die aufgetragene Farbe im feuchten Zustande mit einer mit Leder überzogenen Walze derart überfahren, dass die Farbe an einzelnen Stellen zusammengeschoben und an andern weggewischt wird. Auch die Bildung des marmorirten Papiers hängt mit der Art des Auftragens der Farbe zusammen.

Die Ultramarin- und Carminpapiere werden, wenn sie für die Blumenfabrication benutzt werden, auf beiden Seiten angestrichen; da diese Papiere matt bleiben, so werden sie nach dem Trocknen vielfach gebürstet und, da die Farbe mit wenig Leim versetzt wird, nur gelinde gepresst. Bei dem Bürsten ist auf die Natur der benutzten Farben sehr zu achten; es können besonders bei diesen Manipulationen Gesundheitsschädigungen der Arbeiter vorkommen, sie sind daher ganz besonders zu überwachen.

Um den Papieren einen matten Glanz zu verleihen, werden sie zwischen glatten Zinkblechen geschichtet und zwischen zwei stark beschwerte eiserne Walzen geführt.

Um eigentliche Glanzpapiere zu erhalten, werden sie mit Glättstein behandelt, was gewöhnlich mit der Hand geschieht, ein gut polirter Achat ist dabei an einer elastischen Stange befestigt.

Die sogenannten Kattunpapiere werden wie beim Kattundruck mit Handformen dargestellt; für feinere Papiere gebraucht man den Steindruck zu Verzierungen mit Broncepulver, Blattsilber oder Blattgold.

Um gepresste Papiere zu erhalten, lässt man gut geglättetes einfarbiges Papier zwischen einer stark vertieften gravirten Messingwalze und einem beweglichen Lager aus einer Bleilegirung durchgehen.

Der Gebrauch der bunten Papiere bedarf insofern einer sanitätspolizeilichen Ueberwachung, als sie häufig zur Verpackung von Genussmitteln benutzt werden; sind zu ihrer Darstellung giftige Metalloxyde angewendet worden, so können Fälle eintreten, in denen sich ihre schädliche Wirkung kundgibt. Nur wenige Staaten haben Verbote wegen des Gebrauchs solcher mit giftigen Metalloxyden gefärbten Papiere erlassen. Mit Recht warnt das Würtemberger Ministerium unterm 26. April 1863 vor dem Gebrauch des Cichorienkaffees, welcher in mit giftiger orangegelber (Bleichromat), rother (Mennige) oder grüner (Arsen) Farbe gefärbtem Umschlagpapier verpackt ist, da bei der hygroskopischen Beschaffenheit dieses Kaffee's giftige Farbstoffe des Umschlage-

papiers aufgelöst werden und in den Kaffee übergehen können: nicht selten wird auch bei ärmern Leuten die Verpackung selbst mit gekocht, um jeden Verlust zu vermeiden.

Mit demselben Rechte und aus gleichem Grunde hat das Baierische Ministerium in mehreren Erlassen (14. December 1858, 18. März und 30. November 1859) die Anwendung von mit giftigen Farbstoffen gefärbten papiernen Hüllen der Kaffee-Surrogate von Seiten der Fabricanten wie im Handverkauf verboten.

Bei den Kaffee-Surrogaten kommt es häufig vor, dass durch das Anziehen der atmosphärischen Feuchtigkeit die Verpackung feucht und sogar nass wird, wodurch namentlich die Mennige bei Lichteinfluss oxydirend auf die organische Substanz einwirken, indem auf der einen Seite Bleioxyd gebildet wird und auf der andern Seite organische Säuren entstehen, welche mit dem Bleioxyd mehr oder weniger in Wasser lösliche Salze bilden.

Beim Verpacken von Schnupftabak in solchen bunten Papieren tritt diese Einwirkung noch schleuniger hervor und ist mehr in die Augen springend.

Noch gewissenloser verfahren die Conditoren mit der Verwendung der schädlichen bunten Papiere, indem sie Kuchen und Torten nicht selten mit künstlichen Blumen verzieren, deren Stengelblätter aus grünem, arsenhaltigem Papier dargestellt sind; ebenso werden die Enveloppes für Knallbonbons und Caramellen sehr häufig aus arsenhaltigem, grünem Papier verfertigt, während das orangefarbige und gelbe Papier nebst den verschiedenen Nüancen häufig Bleioxyd, Zinkoxyd und Chromsäure enthält.

Ein solcher Gebrauch dieser Papiere ist deshalb bedenklich, weil Kinder häufig sich nicht bloss mit dem Inhalte dieser Umhüllungen begnügen, sondern gewöhnlich auch die Umhüllung selbst in den Mund nehmen und daran saugen.

Bunte Papiere werden gegenwärtig massenhaft zur Darstellung von Gardinen, Vorhängen u. s. w. verwendet; sind die Farben gehörig befestigt und nicht giftiger Natur, so ist ihr Gebrauch unbedenklich.

Die Tapetenfabrication.

Die Tapetenfabrication besteht in der Anfertigung bedruckter Papiere, welche in Stücken (Rollen) dargestellt werden; man kann dazu nur Maschinenpapier gebrauchen, dessen Qualität sich nach dem Werthe der darzustellenden Tapeten richtet. Die Anwendung des Papiers zu Tapeten sollen die Engländer in China und Japan kennen gelernt haben. Manchester ist gegenwärtig noch der Hauptsitz der Tapetenfabrication, obgleich auch Frankreich sehr zu ihrer Hebung beigetragen hat; Leroy benutzte bereits 1843 eine Druckmaschine mit gravirten Walzen. Die Hauptarbeiten bestehen dabei im Grundiren und Aufdrucken der Farbenmuster.

Grundiren. Da die Farbe des Papiers meist grau ist, so kann sie fast nie als Grundfarbe benutzt werden; man grundirt daher zuerst, d. h. man gibt dem Papier eine andere Grundfarbe, indem man das Papier auf einem langen Tisch ausbreitet und die Farbe mit breiten Bürsten aufträgt.

Um eine gleichmässige Fläche zu erhalten, sind dabei gewöhnlich mehrere Arbeiter beschäftigt. Die bessern Tapeten erhalten vorher einen Anstrich von lauwarmem Leimwasser, werden dann auf Stangen getrocknet und zwischen Glättwalzen gestreckt. Um den Tapeten einen glänzenden Grund zu geben, setzt man der Grundfarbe Satinirfarbe, d. h. Lenzin, Kalkthonerde oder auch fein niedergeschlagenen Gips zu; nach dem Trocknen werden die Tapeten in die Satinirmaschine gebracht, bei der statt der Walze eine flache Bürste mit kurzen, steifen Borsten aufgestreutes Talkpulver verreibt, durch welches das Papier gleichsam gewichst wird.

Die Arbeiter sind dabei gewöhnlich von Kopf bis zu Fuss von weissem Staube bedeckt; derselbe kann nur dann schädlich einwirken, wenn die Grundfarbe aus giftigen Metalloxyden besteht, da sich bei dieser Procedur stets Partikelchen abreiben, welche sich mit dem weissen Staub vereinigen und durch Ablagerung auf den verschiedenen Schleimhäuten nach dem Grade ihrer Giftigkeit einwirken.

Schon von diesem Gesichtspuncte aus sind bei der Tapetenfabrication alle giftigen Metalloxyde zu vermeiden, da jedenfalls die Arbeiter zunächst deren schädlichen Einfluss erfahren müssen.

In grössern Fabriken vereinigt man die Satinirmaschine mit einer Grundirmaschine, wobei das Papier mit einer Bürstenwalze, welche sich in einem Farbtroge bewegt, angestrichen und dann auf Walzen getrocknet wird.

Satinirte Tapeten nennt man auch Glanztapeten im Gegensatz zu den billigern oder matten Tapeten.

Das Drucken. Das Drucken geschieht jetzt fast allgemein wie bei der Kattundruckerei mittels der Walzendruckmaschine, obgleich bei den feinern Tapeten, namentlich beim Gold- und Silberdruck sowie bei den veloutirten Tapeten, der Handdruck nicht entbehrt werden kann.

Das Drucken involvirt an und für sich keine Schädlichkeit und erfordert nur beim Gebrauch der giftigen Metalloxyde die nothwendige Vorsicht. In grössern Tapetenfabriken werden auch die Farben bereitet; da alle Farben eine gehörige Deckkraft besitzen müssen, so erhalten alle flüssigen Farben einen Zusatz, welcher sie undurchscheinend (deckend) macht; meist wendet man Abkochungen von Farbhölzern an, welchen man im siedenden Zustande Alaun zusetzt, um den Farbstoff zu binden und zu fällen.

Die Saft- oder Lackfarben werden noch mit Lenzin oder Weizenstärke versetzt, um ihnen mehr „Körper" zu geben; die zugesetzten Leimlösungen dienen nur als Bindemittel, um die Farben beim Trocknen festzuhalten und ihr Abstauben so viel als möglich zu verhüten. Die natürlichen Erdfarben werden geschlämmt und mit heissem Leimwasser angemacht.

Die chemischen Fabriken liefern die Farben häufig im breiartigen, nassen Zustande (en pâte), um ihre grössere Zertheilung zu ermöglichen. Schädlich resp. möglichst zu vermeiden sind für Grün die arsenikalischen Kupfersalze, für Gelb und Orange Schwefelarsen (Realgar, Operment), Mennige, neutrales chromsaures Bleioxyd, chromsaures Zinkoxyd; für Blau Kupferoxydhydrat und die basischen Kupfersalze, für Roth arsenige Säure mit Farbstoffen, wie Kugellack, Florentinerlack u. s. w.

Als weniger schädliche Farben lassen sich in der Tapetendruckerei ganz gut folgende verwenden: für Grün Pikrinsäure mit Indigocarmin, phosphorsaures Chromoxyd, Kobaltoxyd, Zinkoxyd; für Orange Schwefelantimon, für Gelb chromsaures Barium, und für Roth der ganz unschädliche Fernambuk, Krapp und das arsenfreie Anilinroth.

Besondere Arten von Tapeten. 1) Veloutirte Tapeten (Wolltapeten, Sammettapeten). Man gebraucht dazu die Scherwolle der Tuchfabriken, welche einen besondern Handelsartikel ausmacht. Viele Fabricanten färben die weisse Scherwolle nach gründlicher Reinigung und Bleichung selbst; sie wird dann getrocknet und in einer Art von grosser Kaffeemühle fein gemahlen; durch feine Siebe sortirt man das Pulver nach der verschiedenen Feinheit. In Frankreich wird die Veloutirwolle in besondern Fabriken bereitet und an die Tapetenfabricanten verkauft.

Das Veloutiren mit präparirter Baumwolle und Federfasern verdient alle Beachtung, da der hierbei entstehende Staub wegen seiner scharfen und spitzigen Fasern auf die Arbeiter schädlich einwirkt, indem sich die Federfäserchen fast gar nicht zu Boden senken, sondern bei der geringsten Veranlassung aufwirbeln. Handelt es sich um gefärbte Scherwolle, so ist auch die benutzte Farbe zu beachten, da erfahrungsgemäss auch auf diese Weise sehr differente Farbstoffe auf die Tapeten gelangen können (s. Scherwolle).

Behufs Application der Veloutirwolle durchlaufen die mit einem Klebfirniss bedruckten Tapeten einen geschlossenen Kasten, dessen Boden und Decken mit Pergament oder feinem Leder trommelartig überzogen sind. Die in dem Kasten befindliche Veloutirwolle wird durch Schlagen des Bodens und Deckels mit elastischen Stäbchen durch die Vibration und Luftbewegung im Kasten suspendirt erhalten; sobald nun die bedruckten Stellen der Tapete mit diesem feinen Staub in Berührung kommen, klebt letzterer fest an. Wird diese Procedur mit einiger Aufmerksamkeit ausgeführt, so kann sie den Arbeitern keinen Nachtheil bereiten; nur in einigen Fabriken wird später die nicht fest haftende Wolle durch Ausklopfen der Tapeten im Fabrikraume entfernt und hierdurch eine belästigende Staubatmosphäre erzeugt. Ist diese Manipulation nothwendig, so muss sie in einem besondern Raume unter zweckmässiger Ventilation vorgenommen werden.

Ganz verboten sollte folgendes Verfahren sein, welches vor noch nicht langer Zeit nicht selten ausgeführt wurde. Um nämlich die Veloutirwolle brillant grün zu färben, imprägnirte man sie zuerst mit einem Klebmittel und schüttelte sie dann in Trommeln mit Schweinfurter Grün; durch ein nachfolgendes Sieben wurde dann die nicht haftende Farbe von der gefärbten Wolle getrennt. Es ist sehr einleuchtend, dass der Staub, welcher hier nothwendig entstehen musste, auf die Arbeiter den verderblichsten Einfluss ausübte, besonders auch deshalb, weil das Sieben gewöhnlich ohne jede Beachtung der nothwendigen Vorsichtsmassregeln geschah.

2) Vergoldete und versilberte Tapeten. Das Vergolden und Versilbern geschieht auf eine ähnliche Weise wie das Veloutiren, nur dass die verschiedenen Metall-

pulver statt der Veloutirwolle hier zur Anwendung kommen. Geschieht diese Procedur, wie oben angegeben worden ist, in geschlossenen Kasten, so ist kein Nachtheil davon für die Arbeiter zu fürchten, widrigenfalls die aufzupudernden Substanzen nach ihrer verschiedenen Qualität schädlich einwirken.

Beim eigentlichen Vergolden und Versilbern druckt man auch mit steifem Oelfirniss, legt die betreffenden Gold- oder Silberblättchen auf, trocknet und beseitigt das überflüssige Gold oder Silber mittels eines Pinsels oder einer Bürste, wobei ein gefährlicher Staub entsteht.

3) Gefirnisste Tapeten erhalten einen einfachen Ueberzug mit einem in ätherischem Oele gelösten Harze. —

Die Baumwollindustrie.

Die Baumwoll-Manufactur ist am grossartigsten in England vertreten; im Jahre 1861 beschäftigte England schon weit über 600,000 Menschen in dieser Industrie. Ihm nahe steht Frankreich, welches jedoch jetzt den Hauptsitz dieser Manufactur (Elsass) verloren hat.

Baumwolle ist ein faseriger Stoff, welcher in den Samenkapseln mehrerer zu den Gossypium-Arten gehörender Baumwollpflanzen die Samen einhüllt.

Schon beim Herausnehmen der Baumwolle aus den Samenkapseln sortirt man sie nach den unreifen, reifen und überreifen Stücken. Die Absonderung der Samen, das Egreniren, geschieht durch Walzmaschinen, welche nur Baumwolle durchlassen und den Samen zurückwerfen; um sie in eine handliche Form zum Versenden zu bringen, wird sie mittels hydraulischer oder Schraubenpressen stark zusammengedrückt; die Ballen versieht man mit eisernen Reifen.[1])

Die Baumwollspinnerei umfasst folgende Operationen, mit denen stets mehr oder weniger Staubbildung verbunden ist:

1) Die Reinigung und Auflockerung der rohen Baumwolle, um alle Unreinigkeiten, Sand, Erde, kurze Baumwollfäserchen u. s. w. aus ihr zu entfernen und die Fasern von einander zu lösen.

Früher geschah dies durch Schlagen mit Stäbchen aus freier Hand, was gegenwärtig höchstens nur noch bei den feinsten Sorten geschieht; in Ostindien bedient man sich bisweilen des Fachbogens (s. Hutmacherei). Allgemein ist der Wolf (Devil, Teufel, Opener, Oeffner) eingeführt, der übrigens verschieden construirt ist. Die Maschinen sind den Holländern ähnlich, da die Baumwolle durch die Bewegung von mit stählernen Stiften oder Zähnen besetzten Trommeln auseinandergezogen und aufgelockert wird, wodurch alle Unreinigkeiten herausgeschleudert werden.

Wenn man das Dämpfen der Baumwolle mit dem Wolfen verbindet, so leitet man einen Dampfstrahl zwischen die Trommel und ihren Mantel, oder die Baumwolle wird vom Wolf ab auf ein Tuch ohne Ende geworfen und sammt letzterm durch einen Dampfkasten geleitet.

Wo die Fabrication das Dämpfen zulässt, ist es jedenfalls der beste Schutz gegen die schädliche Einwirkung des feinen Faserstaubes; leider ist dies Mittel aber nicht überall ausführbar, da bei dieser Operation mehr Unreinigkeiten in der Baumwolle verbleiben.

Da das Wolfen nachtheilig auf die Respirationswege wirkt, so müssen in jeder Fabrik die nothwennigen Präventivmassregeln getroffen werden. So ist es erforderlich, dass man an der Stelle des Wolfs, wo die Baumwolle hervortritt, einen schlauchförmigen Canal, einen sogen. Elevator, anbringt, in welchem die Baumwolle von einem Tuche ohne Ende aufgenommen und elevirt wird. Der Schlauch steigt aufwärts und mündet in eine grosse Kammer, aus welcher an einer dieser Einmündung entgegengesetzten Stelle ein engerer Schlauch zur Maschine zurückführt, wo der betreffende Arbeiter die Baumwolle in Empfang nimmt. Indem nun der Luftzug, der durch die schnelle Drehung der Trommel entsteht und nöthigenfalls durch einen Ventilator unterstützt wird, über die Oberfläche der Baumwolle streicht, reisst er die zarten Fäserchen und den Staub derselben mit sich fort, lässt aber die Unreinigkeiten als den schwerern Theil in die Kammer, wo der Luftstrom wegen des grössern Raums abnimmt, fallen; hier muss man den Baumwollstaub von Zeit zu Zeit wegnehmen, um ihn noch anderweitig zu verwerthen.

Der oben erwähnte Elevator kann auch aus einem Elevationsrohr bestehen, welches aus Drahtsieben verfertigt ist und in einem weiten hölzernen Canal liegt, der hermetisch verschlossen ist und mit einem wirksamen Exhaustor in Verbindung steht. Die Baumwolle, welche den Wolf passirt hat, gelangt in das Innere des Elevationsrohrs, wird dort durch den sich aufwärts bewegenden Luftstrom fortgeschoben, wo die feinen zerrissenen Fasern und Unreinigkeiten durch die Siebwandungen fallen und hier ebenfalls durch den Luftstrom langsam aufwärts getrieben werden, um in mehreren hintereinander angebrachten Kasten (Säcken), welche mit dem äussern Canale in Verbindung stehen, abgelagert zu werden. Die geläuterte Baumwolle gelangt schliesslich in einen grossen Gangkasten: die abfallenden Baumwollfasern werden zur Papierfabrication benutzt.

Der Wolf eignet sich besonders für grobe und sehr unreine Baumwolle; es ersetzt ihn vielfach die Flock- oder Schlagmaschine (Batteur), deren wesentliche Einrichtung in zwei an einer horizontalen Achse befestigten und mit ihr sich sehr schnell umdrehenden, eisernen, rahmenartigen Flügeln (Schläger) besteht; diese befinden sich in einem geschlossenen Kasten und reissen die Fasern der Baumwolle durch den Schlag und den durch die Bewegung erzeugten Luftstrom auseinander. Der Staub fällt entweder durch einen unter den Schlägern angebrachten Rost (Rechen) oder wird mittels eines Ventilators, welcher die Luftströmung vermehrt, fortgerissen und in einen abgeschlossenen Raum weitergeführt.

Man unterscheidet zwei Arten von Schlagmaschinen; die Putzmaschine befreit die aus dem Wolf kommende Baumwolle von ihren gröbsten Unreinigkeiten, während die Wattir-, Wickel- oder Aufbreitmaschine, welche nur einen Schläger hat, die so vorbereitete Baumwolle schon zu einer zusammenhängenden Fläche (Watte, Fell, Pelz) für die Kratzmaschine bearbeitet.

2) Das Krempeln oder Kratzen bereitet die Baumwollfasern zum Spinnen vor und bringt sie in parallele Lagen.[2])

Die Krempeln der Kratz- oder Streichmaschinen bestehen aus sehr vielen Kupferdrahtspitzen, welche eine eigenthümliche Biegung haben und in dickem Leder befestigt sind.

Man unterscheidet Vorkrempeln, Vorkratzen, Grobkanten und Feinkratzen. Die Vorkratze bearbeitet die Baumwolle zu einer Watte oder einem Band und besteht aus einer Trommel, auf deren Mantelfläche die Krempeln oder Kratzenblätter aufgenagelt sind; gleichzeitig wird das entstandene schleierartige Vliess auf einer hölzernen Walze aufgewunden.

Bei der Feinkratze besteht der Kratzenbeschlag aus feinern und näher zusammenstehenden Drahthäkcheu; das auf derselben erzeugte Vliess wird entweder wieder als Watte aufgewunden oder man lässt es durch einen Blechtrichter gehen, damit es als ein schmäleres Band zusammengefasst wird.

Auch beim Kratzen fällt noch immer Wollstaub ab, welcher theils aus den ursprünglich vorhanden gewesenen feinen Fäserchen besteht, theils aber auch beim Kratzen selbst durch das Zerreissen der längern Haare entsteht. Man unterscheidet noch Trommelabfall (Trommelwolle) und Deckelabfall (Deckelwolle), welcher an den Kratzen hängen bleibt, sowie den Baumwollstaub auf dem Boden unter der Maschine; man vermischt diese Abfälle mit anderer Baumwolle und verspinnt sie zu grobem Garn.

3) Das Strecken bezweckt eine grössere Gleichförmigkeit der Bänder und eine gleichmässigere Lagerung der einzelnen Fasern.

Die hierzu nothwendige Streckmaschine besteht aus Riffelwalzen, über welche entsprechende glatte Walzen laufen: der hierbei entstehende Abfall ist gering.

4) Das Vorspinnen erzielt eine allmählige Ausdehnung und Verfeinerung des Bandes.

Je nachdem man eine bleibende oder eine nur vorübergehende Drehung macht, gebraucht man auch verschiedene Maschinen. Für feine und sehr feine Garne zerfällt das Vorspinnen in drei, vier und fünf verschiedene Operationen, wobei die in Gebrauch kommenden Spindelbänke Vorflyer, Grobflyer, Feinflyer, Doppelfeinflyer heissen, die eine bleibende Drehung bewirken, während die Röhren- und Eklipsmaschinen eine vorübergehende Drehung erzeugen.

5) Das Feinspinnen. Durch dieses wird das Feingespinnst (Garn, Twist) erzeugt, indem das Vorgespinnst wiederum mittels Streckwalzen möglichst fein ausgezogen und möglichst stark gedreht wird.

Man kann die Maschinenspinnerei nicht erwähnen, ohne dabei des Erfinders der Spinnmaschine, des Engländers *Arkwright*, als eines grossen Wohlthäters der Menschheit zu gedenken.

Um einen Einblick in den Mechanismus der Spinnmaschine zu erhalten, muss man sich den Hergang beim Spinnen mit der Hand vergegenwärtigen; wie bei der Seilerei ein abwechselndes Drehen und Aufwinden (Spindel und Handrad) und beim Spinnen ein gleichzeitiges Drehen und Aufwinden stattfindet, so stimmt unter den Spinnmaschinen die Mulemaschine mit der Seilerei, die ältere Water- oder Drosselspinnmaschine mit dem Spinnen auf dem Spinnrad überein.

Diese beiden Spinnmaschinen sind aus der Jenny- und Cylindermaschine hervorgegangen, so dass man gegenwärtig 4 Hauptspinnmaschinen unterscheidet:

1) Die Jennymaschine, nach der Tochter ihres Erfinders *Hargraves* (1763) benannt, arbeitet mit abwechselnder Erzeugung und Aufwicklung des Fadens; das Ausziehen, Drehen und Aufwickeln des Fadens geschieht durch das Aus- und Einfahren des Spindelwagens, der für dieses System charakteristisch ist. Diese Maschine wird nur noch einzeln zum Spinnen der gekrempelten Schafwolle, in der Baumwollspinnerei fast gar nicht mehr gebraucht.

2) Die Cylindermaschine unterscheidet sich von der Jennymaschine dadurch, dass die Presse oder Klemme, durch welche der Faden zeitweilig festgehalten wird, wegfällt, da die Walzen selbst bei ihrem Stillstehen die auszustreckenden Bänder hinreichend festhalten; sie wird ausschliesslich für gekrempelte Schafwolle, für die Fabrication von Streichgarn benutzt.

3) Die Watermaschine hat ihren Namen dadurch erhalten, dass sie um das Jahr 1769 die erste durch Wasserkraft betriebene Maschine darstellte; sie dient zur Darstellung von stärker gedrehten Garnen (Watertwist), von Kettengarnen aus Kammwolle, von Nähgarn und allen Gespinnsten aus Flachs, Hanf oder Werg. Diese Maschine ist von viel einfacherer Construction, da der Mechanismus der besondern Spulbewegung, d. h. der Spindelwagen, wegfällt; sie bearbeitet nur Vorgespinnst und wird auch bei der Woll-, Flachs- und Seidenspinnerei benutzt.

4) Die Mulemaschine, auch Mulejenny genannt, ist nach dem Worte Mule (Maulesel, Bastard) benannt worden, weil sie als ein Bastard zu betrachten ist, da bei ihr das Streckwalzwerk von der Watermaschine und der Spindelwagen von der Jennymaschine entlehnt wurde.

Wird der Spindelwagen vom Spinner in Bewegung gesetzt, so heisst die Maschine Handmule; benutzt man dazu Wasser- oder Dampfkraft, so heisst sie Selfactor (Selfacting mule, Selbstspinner). Der Selfactor ist gegenwärtig in den meisten grössern Fabriken eingeführt. Da diese Maschine vorzugsweise für die Bearbeitung feiner und leicht gedrehter Garne benutzt wird, so wird derselben nur Vorgespinnst, was entweder ungedreht oder schwach gedreht ist, überliefert.

Unter Muletwist versteht man ein lockeres, wenig gedrehtes Garn, während Watertwist als ein stärker gedrehtes Garn hauptsächlich als Kettengarn benutzt wird.

Die Abgänge beim Vor- und Feinspinnen. Sie stellen Stücke von abgerissenen Fäden dar; die harten Fäden, die vom Feinspinnen herrühren, ballt man in Klümpchen zusammen und gebraucht sie statt Lappen zum Putzen der Maschinen oder auch bei der Papierfabrication; man darf sie wegen der Gefahr einer Selbstentzündung im Fabriklocal nicht in grosser Menge aufstapeln. Die weichen Fäden beim Vorspinnen benutzt man zur Wattendarstellung.

Haspeln, Sortiren und Verpacken der Garne sind rein mechanischer Natur. Die Garn-Appretur besteht im Dämpfen, Abstreifen der Knötchen und im Sengen mittels einer Gasflamme. Der Sengapparat ist mit einem Ventilator versehen, welcher namentlich durch den Luftstrom die Direction der Flamme bewirkt und daher für den Fabricanten unentbehrlich ist, glücklicherweise aber auch den Abzug der Verbrennungsgase bewirkt; einen Luftstrom durch das Oeffnen der Thüren und Fenster zu etabliren, ist nicht statthaft, weil die Flamme dabei zitternd und flatternd und deshalb die Sicherheit der Operation gefährdet wird. Es ist nicht abzuleugnen, dass in manchen Fällen die entwickelten gasförmigen Producte in qualitativer Beziehung schädlich einwirken können; jedoch ist zu bedenken, dass sie wegen ihrer grossen Verdünnung um so weniger zu begründeten Befürchtungen Veranlassung geben können, als mittels des Ventilators für ihre Wegführung gesorgt wird.

Das Stärken der Garne geschieht durch Tränken in gekochter Stärke und das Lustriren besteht im Auftragen von Traganthschleim, Quittenkernschleim u. s. w. mit der Bürste.

Gezwirntes Baumwollgarn; dasselbe wird zum Nähen, Stricken und Sticken benutzt. Behufs Zwirnens werden 2, 3 bis 8 einfache Spinnfäden in entgegen-

gesetzter Richtung wie beim Spinnen zusammengedreht; früher gebrauchte man besondere Zwirnmühlen dazu, gegenwärtig geschieht das Zwirnen auf Water- und Mulemaschinen, nur werden hier statt der Streckwalzen einfache Speisewalzen eingesetzt.

Färben der Garne. Selten wird die Baumwolle als Zeug gefärbt; im Allgemeinen bedarf dieselbe einer kräftigen Beize und ist schwieriger ächt zu färben als Wolle (s. Beizen und Färberei).

Das **Erschweren der baumwollenen Garne** hat ein sanitätspolizeiliches Interesse; bei dunkeln Farbennüancen gebraucht man dazu vielfältig Schwefelquecksilber; dieser Körper wird dadurch auf den Stoff niedergeschlagen, dass man denselben durch eine Auflösung von salpetersaurem oder schwefelsaurem Quecksilberoxydul zieht und dann ein Kochsalzbad passiren lässt, wodurch sich auf den Stoff Quecksilberchlorür niederschlägt. Zuletzt zieht man den Stoff durch ein Schwefelleberbad.

Bei braunen Farben wendet man jedoch diese Methode nicht an, sondern man wählt den Sublimat, lässt den ausgewrungenen Stoff ein Kalkmilchbad passiren und bringt ihn zuletzt in eine Auflösung von Schwefelleber.

Noch billiger wird der Zweck des Erschwerens durch Bleisalze erreicht, weshalb sie auch noch häufiger zur Anwendung kommen. Zu dem Ende giesst man Regenwasser auf krystallisirten Bleizucker, fügt Bleiglätte hinzu und lässt nach Umrühren mehrere Tage stehen, worauf die klare Flüssigkeit, basisch essigsaures Blei, abgegossen wird; in diese legt man das Garn mehrere Stunden lang hinein, wringt es hierauf sehr gut aus und bringt es dann in eine kalte Schwefelleberlösung. In letzterer wird es umgezogen, sehr gut ausgewrungen nnd dann gespült, worauf man die Operation wiederholt. Den schwarzen Niederschlag, welcher sich allmählig in dem Gefäss mit Schwefelleberlösung ansammelt, bewahrt man auf: er enthält im erstern Falle Schwefelquecksilber und im zweiten Schwefelblei; nach dem Auswaschen kann man ersteres in Königswasser und letzteres in starker Salpetersäure auflösen.

Beide Methoden sind in sanitätspolizeilicher Beziehung als höchst schädliche zu bezeichnen und zwar vorzugsweise deshalb, weil nicht die ganze Menge des Metallsalzes in das entsprechende Schwefelmetall verwandelt wird, sondern sich nur eine Umhüllung der giftigen Substanz mit der entsprechenden Schwefelverbindung bildet. Ausserdem findet keine Verbindung des Faserstoffs mit dem Quecksilber- resp. Bleisalze statt, weshalb beim Reiben des Zeuges die Erschwerung staubförmig abfällt; der Stoff wird also mit der schädlichen Substanz gleichsam nur übertüncht.

Beim Erschweren mit einem Quecksilbersalze besteht der Staub entweder aus Calomel oder Quecksilberoxyd, das nur mit einer dünnen Haut von Schwefelquecksilber überzogen ist; beim Erschweren mit dem Bleisalz besteht er aus Bleisulfat, welches ebenfalls nur mit einer sehr dünnen Schicht von Schwefelblei umgeben ist.

Bei hellen Farben gebraucht man Zinnoxyd resp. Pinksalz zum Erschweren, das man in möglichst wenig kaltem Wasser auflöst und zum Garn gibt; dies wird hierauf ausgewrungen und in Ammoniakflüssigkeit gebracht. Nach dem Spülen wiederholt man die Procedur, bis man die hinreichende Erschwerung erzielt hat; wegen der minder giftigen Eigenschaft des Salzes ist diese Procedur weniger gefährlich.

Für dunkelblaue Garne benutzt man eine schwach angesäuerte Chamäleonlösung, durch welche man das Garn so lange durchzieht, bis es mehr oder weniger braun und zugleich schwerer geworden ist; dann färbt man es in der Küpe blau aus.

Für dunkelbraune und schwarze Garne eignet sich insofern Chamäleon am besten, als man mit der Erschwerung auch die Farbe erhält; überdies schliesst die Verwendung von Chamäleon keine Gefahr in sich.

Das Weben. Die Vereinigung der Fäden zu Geweben, die Weberei, ist aus dem Flechten mit der Hand hervorgegangen; allmählig bildete sich der einfache und complicirte Handwebstuhl aus, bis in der neuesten Zeit der *Jacquard*'sche und Maschinenwebstuhl einen hohen Grad von Vollkommenheit erreichte.

Bekanntlich unterscheidet man in jedem Gewebe die darin vorkommenden Fäden in Kette und Einschlag (Schuss). Bei jedem Einschuss wird der oben und unten liegende Theil der Kettenfäden in das Ober- und Unterfach unterschieden; je nach der Reihenfolge, in welcher die Kettenfäden in diesen Fächern vertheilt sind, entstehen die zahllosen Modificationen der Gewebe.

Das Kettengarn wird gespült, geschert, aufgebäumt und entweder vor dem Aufbäumen oder auf dem Stuhl geschlichtet; man unterscheidet Hand- und Maschinen- oder Kraftstühle. Der Kraftwebstuhl (Powerloom) ist seit 1822 in England in der Baumwollindustrie im allgemeinen Gebrauch; die Hauptverbesserung desselben geschah durch *Horrocks* in Stockport, später durch *Sharp* und *Robert* in Manchester. Gegenwärtig wird er auch zum Weben von Leinwand, Wolle und

Seide verwendet und hat einen totalen Umschwung in der ganzen Weberei hervorgerufen.

Die geschlichtete Baumwolle kann zur Schimmelbildung und zur Entwicklung von Propionsäure Veranlassung geben, wenn sie in einem warmen und feuchten Raume aufgespeichert oder verarbeitet wird. Zum Schlichten gebraucht man bekanntlich einen aus Mehl oder Stärke bereiteten Kleister, dem man bisweilen etwas Leim und auch Talg oder Glycerin zusetzt. Beim Aufeinanderlegen solcher Garne können durch die Zersetzung der Schlichte und Bildung von Pilzen schwarze und gelbe Flecke auf dem Baumwollgarn entstehen; bleibt ein solches Gespinnst längere Zeit in einem feuchten Raume aufeinander liegen, so „verstirbt“ es, d. h. es fault.

Grade durch die Zersetzung der Schlichte bildet sich in den Arbeitsstuben der Handweberei nicht selten eine sehr schlechte Luft aus; um die Fäulniss zu verhüten, hat man den Zusatz von Carbolsäure empfohlen. Am besten ist die Glycerinschlichte aus Dextrin (8 Th.), 28grädigem Glycerin (12), schwefelsaurer Thonerde (1) und Wasser (30); bei einer solchen Schlichte ist es den Webern gestattet, bei offnen Fenstern und trockner Luft zu arbeiten.[3])

Appretur der Baumwollzeuge. Bei der Appretur der Baumwollzeuge wiederholen sich die meisten Operationen, welche schon bei der Appretur des Baumwollgarns (Twist) erörtert worden sind. Es ist zu erwähnen: 1) das Sengen mittels einer Menge kleiner Gasflämmchen oder einer glühenden Metallplatte. Die letztere Methode ist die ältere und wird gegenwärtig hauptsächlich beim Baumwollsammet noch gebraucht; man benutzt dazu eine halbkreisförmig gebogene Eisenplatte, welche durch ein unmittelbar darunter brennendes Feuer zur dunklen Rothgluth erhitzt wird; über derselben ist ein Schlot für den Abzug der unangenehm riechenden Verbrennungsproducte angebracht. Das Zeug wird durch Rollen sehr schnell über den glühenden Cylinder geführt.

2) Das Scheren geschah früher nur bei Wollgeweben, weil hier das Sengen unzulässig ist. Bei der grossen Vervollkommnung der Schermaschine benutzt man sie auch beim Kattun und bei der Leinwand; bei Baumwollgeweben folgt das Scheren gewöhnlich am Ende der Bleichoperationen und wird dann mit einem vorherigen Sengen verbunden.

3) Das Rauhen geschieht beim Barchent; man gebraucht dazu Karden oder feine Eisendrahtkratzen.

4) Das Aufbürsten nimmt man beim baumwollenen Sammet vor.

5) Das Entschlichten und Beuchen. Früher beseitigte man den zum Schlichten benutzten Kleister durch Gährung und weichte zu diesem Zwecke die Stoffe in Wasser von 40—60° C.; indem man sie der bald eintretenden Gährung überliess, entwickelte sich dabei stets ein sehr übler Geruch. Durch die gleichzeitig eintretende Schimmelbildung erlitt auch die Waare selbst nicht selten Schaden; nur beim Musselin ist die Gährung noch gebräuchlich. Man beseitigt gegenwärtig die Fette viel besser durch das Kochen der Stoffe mit alkalischer Lösung und nachfolgendes Auswaschen; ausser Aetzkali und Pottasche kann man auch Harzseifen gebrauchen (siehe Chlor S. 46).

Beim Beuchen ist vorzugsweise die Menge von Wasserdämpfen in den Arbeitslocalen zu berücksichtigen; ihre Entfernung ist schwierig und am besten durch einen Exhaustor zu bewirken. Die Abfallwässer sind sehr verdünnt und können in den meisten Fällen in Canäle oder grössere Wasserläufe frei abgelassen werden.

6) Das Bleichen geschieht vorzugsweise mittels der Chlorbleiche (s. Chlorbleiche S. 49). Zum Auswaschen dienen sinnreich construirte Wasserräder, zum Trocknen Centrifugen und geheizte Dampfcylinder.

Das Stärken, Mangeln und Kalandern bezweckt Hebung des äussern Ansehens der Zeuge.

Das Erschweren der Baumwollzeuge. Man erschwert die Baumwollzeuge, um sie dem Leinen ähnlicher zu machen, weshalb es vorzüglich bei lockern Geweben oder bei Spitzen geschieht. Aus dieser Procedur kann den Arbeitern ein sanitärer Schaden erwachsen und selbst bei der Benutzung der betreffenden Zeuge wird ihr schädlicher Einfluss nicht ausbleiben. Die Arbeiter verweilen mit den Händen längere oder kürzere Zeit in einer concentrirten Bleiessiglösung; auch schlägt sich beim Durchziehen des Zeugs durch das schwefelsaure resp. kohlensaure Natriumbad beständig schwefelsaures resp. kohlensaures Blei auf ihre Hände nieder. Bei der Unvorsichtigkeit, womit diese gewöhnlich zu Werke gehen, können leicht Bleitheilchen auf die Mundschleimhaut übertragen werden, ausserdem vermag eine längere Berührung der Haut mit denselben für manche Individuen ebenfalls schädliche Folgen herbeizuführen; es ist auch keine seltene Erfahrung, dass solche Arbeiter an Bleikolik leiden, nothwendig ist es daher, dass sie sich vorher die Arme und Hände einölen und vor jedem Essen eine gehörige Reinigung vornehmen.[4])

Die Waschwässer und Bäder von schwefelsaurem oder kohlensaurem Natrium dürfen nicht frei abgelassen werden, da sie die betreffenden Bleisalze enthalten; man lässt letztere erst absetzen und trennt sie durch Decantiren von der Flüssigkeit. Die ausgenutzte Bleiessiglösung muss erst mit kohlensaurem oder schwefelsaurem Natrium präcipitirt und dann decantirt werden.

Selbst das Tragen der mit Blei erschwerten Stoffe erscheint bedenklich, da schwefelsaures und kohlensaures Blei sich in saurem Schweiss lösen kann*): die schwefelhaltigen Verbindungen in letzterm zersetzen sich und liefern Schwefelwasserstoff, der schwarzes Schwefelblei erzeugt und daher die Spitzen schwärzt. Für Nähterinnen, welche sich mit dem Zurechtmachen solcher Stoffe beschäftigen, kann das Stäuben derselben ebenfalls Nachtheile bringen.

Am häufigsten werden ächte Spitzen, die durch das Tragen schmutzig geworden sind, dem Erschweren unterworfen, da sie nicht gewaschen oder gebleicht werden können.

Das Erchweren mit Baryt ist weniger gefährlich. Zum Bade nimmt man Chlorbarium und zum Präcipitiren kohlensaures oder schwefelsaures Natrium: es bleibt also kohlensaures oder schwefelsaures Barium zurück, Salze, welche jedenfalls durch Decantiren entfernt werden müssen, ehe man die Wässer abfliessen lässt.

Beim Tragen solcher Stoffe ist das Bariumsulfat wegen seiner Unlöslichkeit von keiner Bedeutung: das Bariumcarbonat ist schon mehr differenter Natur**).

Wichtig ist noch der Umstand, dass alle feinern Gewebe durch das Erschweren eine erhöhte Feuergefährlichkeit erhalten: hierzu tragen alle Farben bei, welche als Basen Metalloxyde enthalten Zu diesen gehören namentlich die Bleisalze, die chromsauren Salze, in geringerm Grade Kupfersalze, arsenigsaures Kupfer, Eisensalze und Zinnverbindungen.

Die als Tarlatane bezeichneten Stoffe, bei welchen arsenigsaures Kupfer gewöhnlich nur mittels eines Kleisters aufgetragen wird, verstauben leicht und haben dadurch schon zu manchen Vergiftungs-Erscheinungen Veranlassung gegeben: vielfach leiden namentlich die Nähterinnen bei der Bearbeitung an Hautreizungen. Kommen diese Stoffe mit Feuer in Berührung, so brennen sie wie Zunder fort; als Schutz gegen die leichte Entzündlichkeit solcher Kleider hat man das Durchtränken derselben mit einer Lösung von phosphorsaurem und molybdänsaurem Ammonium oder von wolframsaurem Natrium empfohlen: besser würde es jedenfalls sein, wenn man die oben als schädlich bezeichneten Metallfarben durch Erdfarben und Pflanzenpigmente ersetzen wollte, aber trotz des polizeilichen Verbotes tauchen die arsenhaltigen Tarlatane beständig wieder auf.

Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Baumwollfabriken.

Man hat das Einathmen des feinen Staubes bei der Reinigung und Beararbeitung der Baumwolle als eine höchst wichtige Krankheitsursache aufgestellt und das häufige Vorkommen der Lungenschwindsucht bei den betreffenden Arbeitern hiermit in Verbindung gebracht; Mareska und Heymann[5]) behaupten, unter den Arbeitern in den Baumwollfabriken zu Gent mehr Schwindsüchtige als bei andern Handwerkern beobachtet zu haben. Dass der Baumwollstaub Tuberculose zu erzeugen vermag, ist noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen worden, während es unzweifelhaft ist, dass mit Tuberculose Behaftete nicht in die Baumwollfabriken gehören, da sich hier die Krankheit unbedingt rascher entwickeln wird.

Auf die verschiedenen Manipulationen, bei welchen Staub entsteht, ist bereits aufmerksam gemacht worden: unter ihnen verdient die Beschäftigung am Wolf und an der Schlagmaschine am meisten Beachtung. Exhaustoren sind die souveränsten Mittel, um dem nachtheiligen Einflusse auf die Arbeiter vorzubeugen und ersetzen vollständig die verschiedenen vorgeschlagenen Respiratoren, obgleich es immer noch Schwierigkeiten unterliegt, die Atmosphäre staubfrei zu erhalten. Es muss daher in allen derartigen Arbeitsräumen die grösste Reinlichkeit herrschen: Einölungen des Fussbodens, die ein tägliches feuchtes Aufwischen gestatten und die Anhäufung des

---

*) Schwefelsaures Blei ist in ammoniakalischen und organisch sauren Flüssigkeiten, kohlensaures Blei nur in letztern löslich.

**) Bariumcarbonat wirkt auf kleinere Thiere, wie Mäuse u. s. w., giftig ein.

Staubes verhüten, sind sehr wichtig, da häufig das Aufwirbeln des abgelagerten Staubes ebenso schädlich einwirkt wie der sich neu bildende.

Die von *Coetsem*[6]) aufgestellte Pneumonie der Baumwollarbeiter kann nicht als ein specifischer Krankheitsprocess aufgefasst werden; dass der Baumwollstaub die Respirationswege reizt und besonders bei den neu eintretenden Arbeitern stets mehr oder weniger Husten erzeugt, unterliegt keinem Zweifel; die Baumwollfasern dringen aber fast nie bis in die feinern Bronchialverzweigungen vor, sondern werden mit den Sputis ausgeworfen, ohne sich in den Respirationswegen bleibend abzulagern. Für krankhafte Brustorgane wird freilich eine beständige Wiederkehr dieser reizenden Einflüsse nicht ohne Folgen bleiben, weshalb Individuen dieser Art stets vor Beschäftigungen in Baumwollfabriken zu warnen sind; auch soll das häufige Vorkommen von chronischem Brustkatarrh, von Emphysem, Augenentzündungen u. s. w. nicht in Abrede gestellt werden; diese Krankheitszustände kommen aber in höherm oder geringerm Grade in jeder Staubatmosphäre vor. Ausserdem ist überhaupt die Baumwollmanufactur für jugendliche Personen nicht zu empfehlen, da die Entbehrung der frischen Luft und die frühzeitige Beschäftigung mit Arbeiten, die den Körper zwar wenig anstrengen, aber in seiner gleichmässigen Entwicklung stören, immerhin als schädliche Factoren zu betrachten sind; leider wählt man häufig grade die schwächlichen Knaben und Mädchen für die Beschäftigung in der Baumwollmanufactur aus. Den Schilderungen des Elends, welches namentlich in industriereichen Gegenden vorkommt, sind vorzugsweise die Verarmung, die Schwächlichkeit der Generation, das frühe Heirathen und frühzeitige Heranziehen der jugendlichen Personen zur Arbeit zu Grunde gelegt worden. Diese Momente kehren aber bei jeder andern Industrie mehr oder weniger wieder und wurzeln in socialen Gebrechen, die stets sorgfältig von den unmittelbaren Einflüssen der Fabriken zu unterscheiden sind. Blutarmuth, Bleichsucht, Digestionsstörungen, Scrofeln, Lungentuberculose, die verschiedenen Hautleiden u. s. w. sind Krankheiten, die meist mit schlechten Nahrungsmitteln, ungesunden Wohnungen und mit der ganzen Lebensweise der Arbeiterclasse zusammenhängen. Vortrefflich haben sich daher auch die Speiseanstalten in den Fabriken bewährt, in denen gegen eine billigere Vergütung Speisen an die Arbeiter verabreicht werden, eine Einrichtung, die zu den wichtigsten Präservativmassreglen gehört, da eine ausreichende Ernährung das bewährteste Mittel ist, um erwähnten Schädlichkeiten widerstehen zu können. Dazu kommt auch die bessere Zubereitung der Speisen, die weniger Verdauungsstörungen aufkommen lässt, denn es ist sicher, dass bei der Arbeiterclasse diese Leiden vielfältig durch die Unerfahrenheit der Frauen in Haus- und Küchen-Angelegenheiten mit bedingt werden. Vollends wird die leibliche Pflege zur Nebensache, wenn Fabrikarbeiterinnen gleichzeitig die häuslichen Geschäfte verrichten sollen; wer lange Jahre mitten im Getriebe der Textilindustrie gestanden hat, wird den Einfluss des Hauses in sanitärer Beziehung für ebenso wichtig halten wie den der Fabrik und ordentliche Frauen für die wichtigste Stütze der Wohlfahrt der arbeitenden Classe erklären.

Für Spinnereien hat man gegenwärtig in den meisten Fabriken luftige Räume, die bei zweckmässiger Bedachung (Shade-Dächer) gehörig ventilirt werden können und daher bei einiger Aufmerksamkeit sanitäre Nachtheile kaum aufkommen lassen; ausserdem ist die Arbeit nicht mehr anstrengend, da die Maschinen die körperliche Kraft ersetzen.

Auch die Weberei verliert durch die mechanischen Webstühle immer mehr ihren schädlichen Einfluss; nur bei den Handstühlen, die noch im Kleingewerbe benutzt werden, ist namentlich die schlechte Beleuchtung mit Gesundheits-Schädigungen verbunden. Die qualmende Oellampe verschwindet zwar seit der Einführung von Petroleum, aber die Benutzung von billigem und schlechtem Petroleum sowie von schlecht construirten Lampen führt oft zu ähnlichen Nachtheilen. Wenn übrigens Michaelis[7]) für die sächsischen Weber ca. 38, für die schlesischen ca. 36½ Jahre als Durchschnittszahl für die Lebensdauer aufstellt, so dürfte diese Zahl im Grossen und Ganzen nicht ganz der Wirklichkeit entsprechen, obwohl die meisten Weber sich selten einer kräftigen Gesundheit erfreuen, wenn sie den mit dem Handstuhl verbundenen Schädlichkeiten ausgesetzt sind. Verfasser hat am meisten Verdauungsstörungen bei Webern beobachtet, die mit der sitzenden Lebensweise

und dem Drucke auf das Epigastrium in Verbindung stehen; dem nachtheiligen Einflusse der Schlichte kann durch eine zweckmässigere Zusammensetzung vorgebeugt werden (s. S. 547). In Betreff der Jacquard'schen Stühle vergl. man „Blei".

In der Färberei ist der häufige Gebrauch von arseniksaurem Natrium als Beize hervorzuheben, welches die Gesundheit der Arbeiter gefährden kann, vorzugsweise aber die Berücksichtigung den Abflusswässern zuzuwenden erheischt; dasselbe gilt vom Sublimat, wenn derselbe zur Verwendung kommt (m. vergl. auch Blutlaugensalz S. 387). Die Anilinfarben können nur durch etwaigen Arsen- oder Quecksilbergehalt schädlich wirken.

In den Druckereien ist es die Benutzung von Methylalkohol (s. S. 375) und von Terpentinöl (s. dieses) als Auflösungsmittel für Farben, deren Ausdünstungen die Reinheit der Luft in den betreffenden Arbeitsräumen beeinträchtigen; auch hier kann nur eine kräftige Exhaustion den Nachtheilen vorbeugen.

Die Festsetzung eines bestimmten Kubikraums Luft pro Kopf ist nur mit grosser Schwierigkeit ausführbar, da die Anzahl der Arbeiter in manchen Räumen nicht immer dieselbe ist; immerhin müssen die Locale um so geräumiger sein, je mehr die Fabrication mit Staubbildung oder nachtheiligen Gerüchen verbunden ist. In Spinnsälen sind nur wenige Arbeiter beschäftigt, da schon die Aufstellung der Apparate einen grossen Raum einnimmt; es ist daher unschwer, 2000—3000 Kubikfuss Luftraum pro Kopf zu schaffen, in allen übrigen Räumen werden aber 800 — 1000 Kubikfuss vollkommen ausreichen, wenn eine zweckmässige Ventilation hinzukommt, die durch die Grösse des Raumes oft gar nicht ersetzt werden kann.[8])

Das Spitzenklöppeln und Posamentirgewerbe zählen meistens zur Hausindustrie; bei ersterm sind es die Art der Arbeit, der Mangel an frischer Luft, der karge Verdienst und daher die schlechte Ernährung, deren Einwirkung auf das körperliche Gedeihen in nachtheiligster Weise hervortreten.

Leinenindustrie.

Zur Gespinnstfaser werden ausser der Nessel, dem chinesischen Grase, dem Cocosbast, der Jute u. s. w. vorzugsweise Flachs und Hanf benutzt; die beiden letztern bedürfen einer besondern Vorbereitung, um die Faser zum Spinnen tauglich zu machen.

Der Flachs rührt von der Leinpflanze (Linum usitatissimum) her, die nach der Reifung der Samen ausgezogen und getrocknet wird; dann folgt das Riffeln mittels des Riffelkamms oder eines Walzwerks, um die Samenkapseln abzusondern. Um die in dem Rohflachse enthaltene harzige Substanz aus dem Baste zu entfernen, wendet man meist einen Gährungs- oder Fäulnissprocess, das sogen. Rotten an.

Man unterscheidet 1) die **Thaurotte**, bei der am wenigsten übelriechende Zersetzungsproducte auftreten, da die Leinpflanze auf Feldern ausgebreitet und der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird.

2) Bei der **Teichrotte** wird die Leinpflanze in Bündel gebunden und unter dem Wasserspiegel gehalten; zuerst färbt sich das Wasser schmutzig, bis nach mehreren Tagen die ganze Reihe der Fäulnissgase mit ihren widerlichen Gerüchen auftritt; hierdurch können bei einem grossartigen Betriebe ganze Gegenden benachtheiligt und zu einem Depot intermittirender Fieber gemacht werden. Das abfallende Wasser enthält Nitrate und Nitrite, alle Phosphorsäure und die Alkalien der Pflanze; es gibt daher ein gutes Düngmittel ab. Um es zu benutzen, muss man viereckige, mit Steinen ausgemauerte und wasserdichte Gruben (Rottgruben) anlegen, in diese durch einen Canal das Rottwasser zunächst ableiten und dann auf Wiesen, Aecker u. s. w. ablassen. Lässt man dieses Wasser in Bäche laufen, so wird es

dieselben zu ökonomischen oder technischen Zwecken ganz unbrauchbar machen und die Fischzucht vernichten. Nur solche Teiche kann man zum Rotten benutzen, die keine Fische enthalten: der Krebs erleidet jedoch keinen Schaden dadurch.

3) Die **Flussrotte** darf aus den angeführten Gründen nach dem Gesetze vom 28. Februar 1843 nur nach eingeholter polizeilicher Erlaubniss benutzt werden.

4) Bei der **gemischten Rotte** entfernt man die Pflanze aus dem Wasser, ehe der üble Geruch eintritt, und wendet dann die Thaurotte an.

Die Anlage von Röstgruben in der Nähe von Wohnungen sollte nicht allein wegen des üblen Geruchs, sondern auch wegen der leichten Verunreinigung der benachbarten Brunnen verboten werden; selbst in der Nähe von gangbaren Wegen sollte man sie nicht dulden. Die Fäulnissproducte vermögen jedenfalls Contagien zu fördern und daher der Ausbreitung von Epidemien Vorschub zu leisten.

5) Die **Kastenrotte** geschieht in Bottichen, die in Räumen mit einer Temperatur von 23—28° R. stehen, mit reinem Wasser oder mit Wasser gefüllt sind, dem man faulende Substanzen, z. B. aufgeschlemmte Bierhefe, Blutserum oder, um besonders weissen Flachs zu erzielen, entbutterte Milch oder Quark zugesetzt hat.

Die Fäulnissgase müssen sorgfältig in eine Feuerung geleitet werden, widrigenfalls das Betreten dieser Räume für die Arbeiter gefährlich werden kann, da Schwefelammonium fast nie fehlen wird.

Die Abfallwässer müssen stets mit Kalk versetzt werden, ehe man ihren Abfluss gestattet.

Das *Schenk*'sche oder amerikanische Verfahren unterscheidet sich nur dadurch, dass das Wasser durch Wasserdämpfe von 26—32° C. erwärmt wird.

Die Heisswasserrotte nach *Buchanan* und die Dampfrotte nach *Watt* haben sich nicht bewährt.

Die Rotte mit verdünnter Schwefelsäure (¼ %) nach *Gaultier de Claubry* oder das Kochen in Laugen mit und ohne Zusatz von Seife erfordert eine grosse Aufmerksamkeit. Auch hier bedürfen die Abfallwässer der gehörigen Beachtung; werden sie bei der erstern Methode auch behufs Neutralisirung mit Kalk behandelt, so dürfen sie doch nicht in stehende Gräben oder Teiche abgelassen werden, weil durch den Kalk nicht alle organischen Substanzen präcipitirt werden. Die laugenhaltigen Wässer können zum Begiessen von Composthaufen oder beim Gehalt an Seife zur Wiedergewinnung derselben verwendet werden.

Der gerottete Flachs wird gewaschen und entweder an der Luft oder in Darrhütten getrocknet; dann folgt das Brechen, wozu man die Handbreche oder Flachsbrechmaschine benutzt, um die holzige Substanz (Schäbe) zu zerbrechen.

Zur vollständigen Entfernung der Schäbe dient das Schwingen und Ribben; der hier abfallende Theil heisst Werg, Hede.

Beim Hecheln werden die bisher gewonnenen Fäden noch gespalten; die hierzu dienenden Hechelmaschinen sind den Krempelmaschinen ähnlich. Hierbei fällt noch mit Schäbetheilen verunreinigtes Werg ab und es müssen in Betreff der Staubbildung ähnliche Vorkehrungen wie beim Wolfen u. s. w. der Baumwolle getroffen werden.

Weniger Staub fällt bei dem nun folgenden Bürsten mittels der mit Borsten besetzten hölzernen Walze ab: das schliessliche Kochen geschieht mit Pottaschenlösung oder mit einer Mischung von Seife und Lauge nach der oben erwähnten Methode. Die Abfallwässer sind wie die Beuchwässer zu behandeln*).

Beim Flachs- oder Leinenspinnen kann in industrieller Beziehung nur von der Maschinenspinnerei die Rede sein**). Die Manipulationen sind dieselben wie bei der Baumwollspinnerei, indem der gehechelte Flachs zuerst gestreckt, duplirt und vorgesponnen wird. Beim Feinspinnen, welches auf Watermaschinen geschieht, unterscheidet man das Trockenspinnen, das Halbnassspinnen mit kaltem Wasser und das eigentliche Nassspinnen, das am gebräuchlichsten ist: das Vorgespinnst wird hierbei durch heisses Wasser geleitet und dadurch erweicht, ehe es zwischen die Streckwalzen gelangt. Die betreffenden Garne verderben aber leicht und müssen möglichst bald von den Spulen abgehaspelt und getrocknet werden: auch die betreffenden Wässer faulen wegen ihres Gehalts an organischen Substanzen sehr rasch und müssen deshalb nach den früher entwickelten Gesichtspuncten behandelt werden.

---

*) Die Waldwolle ist ein faseriger Stoff, der durch Auskochen und Zertheilen der Kiefernadeln erhalten wird, wobei die oben erwähnten Vorsichtsmassregeln in Betreff der Abfallwässer zu beobachten sind. Sie wird mit Baumwolle verarbeitet; im rohen Zustande dient sie als Polstermaterial und Papierzeug.

**) Werg wird wie Flachs gesponnen.

Das Haspeln und Sortiren des Leinengarns ist rein mechanischer Natur und mit kaum bemerkenswerthem Staube verbunden.

Besondere Arten von leinenen Zeugen. Bei der halbbaumwollenen Leinwand besteht die Kette aus Baumwollgarn und der Einschuss aus Flachsgarn. Zur Unterscheidung der verschiedenen Garne benutzt man das Mikroskop und die chemische Probe mit concentrirter Schwefelsäure, die bekanntlich nur die Baumwolle auflöst; man darf dieselbe aber nur eine Minute lang einwirken lassen, weil sonst auch die Leinenfäden mürbe werden.

Der Damast und der Zwillich werden auf Jacquard-Stühlen gewebt. Beim Battist geschah früher zum grossen Nachtheile der Arbeiter das Weben in feuchten Kellern, um das Zerreissen der zarten Fäden zu verhüten; gegenwärtig braucht man eine schwache Auflösung von Chlorcalcium zum Befeuchten des Gespinnstes.

Leinene Gaze sind florartig gewebte Zeuge. Zu Segeltuch wird meist Hanf, zu Sack- und Packleinen Hanf und Werg benutzt.

Bei der Appretur der leinenen Zeuge sind besonders die Abfallwässer sehr zu beachten, da sie wegen ihres Gehalts an organischen Substanzen sehr leicht in Fäulniss übergehen.

Die Beuchwässer (s. S. 46) können auf 1000 Theile Wasser 1,5—1,8, bisweilen aber auch 25—30 feste Bestandtheile enthalten; bei einer so bedeutenden Concentration würde sich das Abdampfen derselben empfehlen, um die Lauge resp. Pottasche wieder zu gewinnen.

In den Abfallwässern bei der Chlorbleiche konnten in einem concreten Falle auf 1000 Theile Wasser 3 Theile feste Bestandtheile nachgewiesen werden.

Das Erschweren mit Blei geschieht nicht selten auch bei leinenen Spitzen (siehe S. 547).

Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in der Leinenindustrie.

Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter stimmen mit denen in der Baumwollindustrie überein. Der Leinenfaser-Staub ist, abgesehen von andern zufälligen Unreinigkeiten, in seiner Wirkung dem Baumwollstaub ähnlich, wenn auch das einzelne Flachsfäserchen nicht die Weichheit und Elasticität wie die Baumwollfaser besitzt. Von einer Einlagerung des Flachsstaubes in die Lungen liegt keine glaubwürdige Beobachtung vor, obgleich bei den Arbeitern, die in grossen Fabriken beschäftigt sind, durch die stauberzeugenden Manipulationen Reizungen der Respirationswege erzeugt werden, wenn keine Präventivmassregeln zur Anwendung kommen. Tuberculose kommt aber bei denselben nicht häufiger als bei andern Arbeitern vor, wenn nicht Armuth und schlechte Ernährung schon den Keim derselben geliefert oder frühzeitige Beschäftigung am Spulrad die ganze Körperentwicklung gestört hat.

Ob bei den Flachsarbeitern im Anfange der Beschäftigung relativ häufig acute Pneumonieen vorkommen, wie man behauptet hat[1]), müssen noch weitere Beobachtungen entscheiden. Handelt es sich um Flachsarbeiter im Kleingewerbe, so kann Verf. dieser Annahme keinesfalls zustimmen, da hier die meisten Arbeiten im Freien oder in luftigen Schuppen vorgenommen werden und die Intensität des Staubes nicht so bedeutend ist wie in Fabrikräumen ohne Ventilation. Letztere ist hier ebenso nothwendig wie in der Baumwollindustrie und würden die bezüglichen Vorkehrungen auch in der Flachsindustrie die wichtigsten sanitären Nachtheile beseitigen.

In den Spinnsälen ist die Ventilation wegen der leicht eintretenden üblen Gerüche absolut erforderlich, da diese beim Nassspinnen am meisten Gesundheitsstörungen zu erzeugen vermögen, namentlich wenn gleichzeitig eine permanent erhöhte Temperatur hinzukommt.

Purdon[2]) hat bei Arbeiterinnen, welche die Spulen von den Maschinen entfernen, letztere putzen und einölen, papulöse und pustulöse Hautausschläge

beobachtet, die sicherlich nur in vernachlässigter Hautreinigung ihren Grund hatten, da sie sich namentlich am Vorderarm zuerst als schwarze, den Mündungen der Schweissdrüsen entsprechende Puncte zeigten, die mit verhärtetem, schwarz gefärbtem Secret verstopft sind und dann Verschwärungen veranlassen (siehe S. 373).

Die Wichtigkeit von Badeeinrichtungen für die arbeitende Classe kann nicht oft genug hervorgehoben werden, wenn man berücksichtigt, wie sehr die Hautcultur das allgemeine Wohlsein kräftigt und viele Krankheiten verhütet.

Bei den Webern treten die Nachtheile des Kleingewerbes zu Tage, wenn Maschinenstühle nicht zur Verfügung stehen.

Für die Adjacenten ist besonders die Behandlung der Beuchwässer von Bedeutung und es müssen hier, wenn der Betrieb ein ausgedehnter ist, ähnliche Vorkehrungen wie bei den Abfallwässern der Wollfabriken getroffen werden.

Die Thierfaser.

Obgleich Wolle und Seide ihrer chemischen Constitution nach nicht hierher, sondern zu den Proteïnstoffen gehören, so schliessen sie sich doch in industrieller Beziehung der Pflanzenfaser insofern an, als sie zur Textilindustrie gehören und bei ihrer technischen Verarbeitung übereinstimmende Operationen vorkommen; um daher eine Gesammtübersicht der Textilindustrie zu liefern, sollen sie hier näher erörtert werden.

Wollindustrie.

Unter Wolle versteht man im gewöhnlichen Leben die haarige Bedeckung des Schafes, deren Beschaffenheit sich nach den verschiedenen Schafracen richtet (Kaschmirwolle, Alpacawolle, Vigognewolle, Kämelwolle u. s. w.). Ausser dem Hornstoff (Keratin) enthält sie besonders ein flüssiges Fett, welches ihre Elasticität bedingt, und eine Menge von Secreten, die man im Allgemeinen Wollschweiss nennt.[1])

Nach der Maceration der Wolle in warmem Wasser findet man in diesem Chlorkalium, das Kaliumsalz einer Fettsäure, Kaliumcarbonat, Calciumoxalat, Baldriansäure und freies, unverseiftes Fett. Manche Wollsorte, z. B. die australische Wolle, kann nur im Schweisse versendet werden; es herrscht alsdann auf den Transportschiffen ein widerlicher Geruch nach ranzigem Fett und Ammoniak, der zwar vor Insectenfrass schützt, aber auf die Schiffsmannschaft nachtheilig einwirken kann.

Präparation der Wolle für den Handel. Man unterscheidet 1) die Pelzwäsche, 2) die Schur und 3) das Sortiren der Wolle; letztere Beschäftigung ist sehr ungesund und namentlich für Brustkranke schädlich. Der meiste Staub entwickelt sich beim Klopfen und Schlagen der aufeinander gelegten Vliesse; es sollte dies nie im allgemeinen Arbeitsraume, sondern nur unter freistehenden Schuppen stattfinden. Bei einer langjährigen Behandlung der Wollsortirer hat Verf. vorzugsweise Brustaffectionen und bei tuberculöser Anlage rasche Fortschritte der Schwindsucht beob-

achtet, so dass sich beim Wollstaube dieselben Erfahrungen wie beim Baumwollstaube wiederholen. Uebertragungen von Thierkrankheiten, namentlich von Milzkrankheit, auf Wollsortirer sind bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden.

Verarbeitung der Wolle. Je nachdem man Streichwolle (Kratz- oder Tuchwolle) für die Stoffe mit filzartiger Oberfläche oder Kammwolle (lange Wolle) für glatte, nicht gewalkte Wollzeuge mit sichtbarem Faden des Gewebes zu behandeln hat, unterscheidet man verschiedene Operationen.

A. **Verarbeitung der Streichwolle zu Streichgarn.** 1) Das Waschen der Wolle bezweckt das Entschweissen oder Entfetten der Wolle, wozu man Soda, weiche Seife oder gefaulten Menschenharn (Ammoniumcarbonat) gebraucht*).

2) Das Färben der Wolle geschieht nur mit haltbaren Farben.

3) Das Wolfen wird zur Reinigung und zum Entwirren der Haare vorgenommen; der entstehende Staub ist immer bedeutend genug, um Vorsichtsmassregeln eintreten zu lassen**).

4) Zum Einfetten der Wolle gebraucht man Baumöl, Erdnussöl oder Oelsäure (Olein), bei gröbern Sorten Rüböl oder Thran; man muss hier das Zusammenhäufen der eingefetteten Wolle wegen der Feuersgefahr verhüten (s. S. 352).

5) Das Krempeln, 6) das Vorspinnen, 7) das Feinspinnen, 8) das Haspeln geschieht ähnlich wie bei der Baumwolle.

Die **Tuchweberei** hat durch die Einführung der Maschinenwebstühle einen bedeutenden Umschwung erlitten, so dass kleinere Fabriken nicht mehr der Concurrenz mit grössern gewachsen sind. Das vom Webstuhl genommene Tuch heisst Lode, den man durch Noppen von den Unreinigkeiten (Knoten, Enden) befreit. Dann folgt das Waschen und Walken, wozu man jetzt Walkwalzen gebraucht; das Wasser wird mit gefaultem Urin, Walkerde, Schmierseife oder bei feinern Tuchen mit Talg- oder Oelseife versetzt. Der Lode heisst nun Tuch, das aufgerahmt und dann dem Rauhen und Scheren unterworfen wird; bei letzterm fällt ein feiner Wollstaub, die sogenannte Scherwolle ab, welche in der Tapetenfabrication und bei der Anfertigung von Spielwaaren u. s. w. verwendet wird. Besondere Vorrichtungen zum Ansammeln dieses Wollstaubes bestehen nicht; unter den bestehenden Verhältnissen ist sogar jeder Zug in den Arbeitsräumen zu vermeiden, damit derselbe nicht aufgewirbelt wird.

Beim Decantiren oder Netzen des Tuches werden heisse Wasserdämpfe in das Innere einer kupfernen, in einem geschlossenen Raume befindlichen Walze geleitet, die in ihrem Mantel viele kleine Löcher hat, über welchen das Tuch gespannt wird. Das Bürsten und Pressen beschliesst die Tuchfabrication

Zu den besondern Arten der tuchartigen Gewebe gehören der Flanell, der Kasimir, der Flaus, Calmuck, Düffel, Buckskin, Doeskin u. s. w.

B. **Bearbeitung der Kammwolle zu Kammgarn.** Hier ist das Auskämmen oder Kämmen der Wolle mittels der Hand oder besonderer, bisher noch complicirter Maschinen (von *Heilmann*, *Lister*, *Donnisthorpe*) hervorzuheben, welches die Entfernung der kleinern Fasern und die parallele Anordnung der langen Haare bezweckt; auch hierbei entsteht noch mehr oder weniger Staub. Das gekämmte Garn wird dann gestreckt und gesponnen, wobei man sich der bei der Baumwollindustrie gebräuchlichen Maschinen bedient; diese unterscheiden sich nur in unwesentlichen Puncten von einander.

Halbkammgarn, Strickgarn, Sayet erfordert kein Kämmen, sondern nur ein Kratzen; die Fäden bestehen daher aus langen und kurzen Haaren.

Zu den glatten Stoffen zählt besonders der Bombasin, der dem Scheren, Sengen und Pressen unterliegt; hierher gehört auch der Wollstramin und Wollmusselin.

Zu den geköperten oder croisirten Stoffen, die sich von den glatten Geweben dadurch unterscheiden, dass die Einschlagfäden durch mehrere Kettenfäden bedeckt werden, ehe sie wieder die Kette bedecken, rechnet man die Merinos, Thibets u. s. w.

---

*) Das Entschweissen der Wolle ist gegenwärtig ein besonderer Industriezweig geworden; da sich die Behandlung der betreffenden Abfallwässer nicht wesentlich von der der Walkwässer unterscheidet, so findet sich das Nähere hierüber bei der Besprechung der Abfallwässer der Tuchfabriken. Das Entschweissen entspricht dem Beuchen.

**) Die sogen. Rauf- oder Gerberwolle, welche in Gerbereien durch Kalk von den Fellen entfernt wird, muss vor der Fabrikwäsche gewolft werden; der sich entwickelnde Staub ist wegen seines Gehalts an Kalktheilchen für die Augen und Brustorgane besonders gefährlich und bedarf der Mitwirkung kräftiger Exhaustoren.

Shawls, Plaids u. s. w. werden aus Kammgarn allein oder unter geringem Zusatze von Baumwolle fabricirt. Die Grundlage zu den gewebten Tapeten, den Gobelins, legte 1446 *Gilles Gobelin*, ein Schönfärber aus Rheims, obgleich schon 800 n. Chr. in christlichen Kirchen ähnliche Fabricate vorgekommen sein sollen. Wegen der Anfertigung von Teppichen waren schon die alten Städte Pergamus, Tyrus, Sidon und Babylon berühmt; diese Manufactur bietet in sanitärer Beziehung nichts Bemerkenswerthes dar.

Zu den sammetartigen Stoffen aus Wollgarn gehört der Möbelsammet (siehe Seide.)

Die Kunst- oder Lumpenwolle.

Die Bearbeitung der wollenen Lumpen hat sich zu einer grossartigen Industrie ausgedehnt. Man zerreisst und zerkratzt hierbei Wolllumpen, gewinnt dabei den Wollspinnstoff und verarbeitet ihn mit neuer Schafwolle zu Garn und Geweben. Man unterscheidet hierbei die sogenannte Mungo, welche aus den Lumpen von gewalkten Wollstoffen gewonnen wird, und die Shoddy von gestrickten und gewirkten Waaren und andern losen Stoffen aus langer Wolle.

Das Sortiren der Lumpen ist hierbei ein wichtiger Act; es müssen besonders die nichtwollenen Stoffe herausgesucht werden, weil sonst die aus Lumpenwolle dargestellten Zeuge beim Färben die Farbe ungleich annehmen. Beim Zerschneiden werden die Nähte herausgezogen und noch übersehene baumwollene Stoffe entfernt; dann folgt bei halbwollenen Zeugen das Beizen. Die Stoffe ruhen auf einem Eisenbahnwagen, dessen Boden aus Draht besteht, um in einen geschlossenen Raum gefahren zu werden, in den man salzsaures, aus heisser Salzsäure entwickeltes Gas leitet, um die baumwollenen Fäden mürbe zu machen; der Raum muss stets wie bei Schwefelkammern mittels eines Abzugsrohrs mit dem Schornstein in Verbindung gebracht werden, um das schädliche Gas zu entfernen, ehe die Arbeiter denselben wieder betreten.

Hierauf folgt gewöhnlich das Waschen in einer nach dem Princip der Holländer der Papierfabriken construirten Maschine, damit die Lumpen schon hier theilweise zerrissen und aufgelockert werden; man trocknet sie durch Centrifugen und auf Gitterrahmen.

Die vollständige Zerreissung erfolgt nun mit Hülfe eines Wolfs, des Lumpenwolfs (Shaker), bei dem die Trommel in einem Kasten angebracht und mit Tausenden von 28 Millim. langen, hervorstehenden Stahlzähnen auf ihrer Mantelfläche besetzt ist; hierbei entwickelt sich sehr viel Staub, der mittels eines Abzugs-Canals abgesogen werden muss.

Bei den halbwollenen Zeugen sind noch ein paar Riffelwalzen angebracht, wodurch die Lumpentheilchen etwas gedehnt oder gestreckt werden, was die wollenen Fäden vermöge ihrer Elasticität aushalten, die schon mürbe gemachten Baumwollfäden zerreissen aber dabei und erzeugen einen bedeutenden Faserstaub, dessen Entfernung durchaus geboten ist.

Da die betreffenden Abfälle noch zu Papierzeug verwendet werden können, so nehmen viele Fabricanten schon aus pecuniärem Interesse mehr Rücksicht auf deren Aufspeicherung mittels Exhaustoren.

Die Mungowolle wird sogleich vom Lumpenwolf weg in Ballen verpackt und versendet, wenn sie nicht an Ort und Stelle weiter verarbeitet wird. Die Shoddywolle wird mit Oel eingefettet und droussirt, d. h. auf einer gewöhnlichen Vorkratze noch weiter behandelt, indem man sie mit neuer Wolle versetzt und vorzugsweise auf Einschussgarn verspinnt.

Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in Wollfabriken.

Die erste Präparation der rohen Wolle, das Sortiren, ist schon mit Staubbildung verbunden; auch das Wolfen bezweckt bei der rohen Wolle nicht bloss ein Entwirren der aus vielen einzelnen Haaren bestehenden Flocken, sondern auch die Entfernung von Kletten, Stroh, Holz und sonstigen Unreinigkeiten. Zum Schutz der Arbeiter könnten sehr gut die beim Wolfen der Baumwolle eingeführten Elevatoren benutzt werden, um namentlich den Hauptschmutz gleichzeitig aus dem Fabriklocal zu entfernen. Um so leichter würden auch die feinen

Härchen weggeführt, mit denen die Arbeiter häufig von Kopf bis zu Fuss bedeckt sind, wenn alle Vorsichtsmassregeln dieser Art fehlen; gelangen diese in die Respirationswege, so werden sie jedenfalls eine Reizung der Schleimhäute hervorrufen, aber mit den Sputis wieder entfernt werden.

Es liegen keine sichern Thatsachen vor, dass dieser Wollstaub tiefer in das Lungenparenchym einzudringen vermag, wenn auch zugegeben werden muss, dass jeder Staub dieser Art acute Katarrhe leicht in chronische überzuführen vermag. Weiterhin können sich unter ungünstigen Umständen asthmatische Beschwerden ausbilden, aber sicher nicht als directe Folge des Wollstaubs: es müssen andere Schädlichkeiten und die ganze Ungunst der Arbeiterverhältnisse hinzutreten, um ein solches Krankheitsbild hervorzurufen.

Verfasser muss nach seinen langjährigen Erfahrungen in Wollfabriken entschieden in Abrede stellen, dass der Wollstaub eine specifische Lungenkrankheit zu erzeugen vermag: nichtsdestoweniger ist er ein schädliches, andere Leiden der Respirationswege verschlimmerndes Moment, und jeder Fabricant sollte es für eine heilige Pflicht erachten, Uebelstände zu entfernen, die auf geschwächte und weniger widerstandsfähige Constitutionen nur verderblich einwirken können, wenn sich auch die Folgen nicht sofort offenbaren.

Das Einfetten der Wolle soll die Wollhaare für das Kratzen und Spinnen elastischer machen und das Hängenbleiben derselben am Beschlag der Kratze verhüten; durch diesen Umstand wird auch die Staubbildung bei dem mechanischen Processe bedeutend vermindert, obgleich die Ausbreitung des Staubes im Fabriklocale nicht ganz zu vermeiden ist. Dieser Staub senkt sich aber leichter zu Boden und entfernt sich daher schneller aus der Athmungszone der Arbeiter; sicher erzeugt er bei Weitem nicht die bedeutende Reizung der Schleimhäute wie der trockne Staub beim Wolfen.

Beim Scheren der Tuche, das jetzt allgemein mittels der Schermaschine ausgeführt wird, fängt man den dabei abfallenden Staub, Scherwollstaub, sorgfältig auf, da er einen besondern Industriezweig repräsentirt. Es fehlen aber in den meisten Fabriken zweckmässige Einrichtungen zur Gewinnung dieses Staubes, da er grösstentheils auf den Boden fällt und später zusammengekehrt wird; es kann dann nicht ausbleiben, dass er bei jeder Luftbewegung aufwirbelt und sich in dem Fabrikraum mehr oder weniger verbreitet. Man sollte daher diesem Gegenstande grössere Sorgfalt widmen, um die Scherräume besser ventiliren zu können; nur ihre Grösse und Ausdehnung ersetzt einigermassen die fehlende Ventilation.

In vielen Fabriken beschäftigen sich vorzugsweise Mädchen mit dem Scheren, die sich nicht durch eine körperliche Entwicklung auszeichnen, aber auch nicht durch besondere Brustleiden auffallen; Verf. hat hauptsächlich chloro-anämische Zustände bei Schererinnen angetroffen.

Bei der Präparation des Scherstaubes (s. S. 542) ist ausser dem Aufkochen mit Seifenwasser, dem Schwefeln, Färben, Auspressen und Trocknen nochmals das Mahlen auf Mühlen in sanitärer Beziehung hervorzuheben. Das Mahlgut wird durch Beutelmaschinen in gröbere und feinere Sorten sortirt; es sind hierzu geschlossene Apparate erforderlich, um den nachtheiligen Einfluss dieses Staubes zu verhüten, der grade wegen seiner grossen Feinheit nachtheiliger als jeder andere Staub in der Wollindustrie einwirkt.

In den Räumen, in denen das Einfetten der Wolle geschieht, ist ein auffallender Oeldunst bemerkbar, der nur insofern schädlich einwirkt, als er die Reinheit der Luft beeinträchtigt und daher besonders anfangs jugendliche Personen nachtheilig berührt*). Bei Mädchen gibt der Aufenthalt namentlich Anlass zur schlechten Blutbildung, entwickelt aber keine specifischen Krankheiten. Da alle Oele und Fette begierig den Sauerstoff aufnehmen, so ist dieser Umstand ganz besonders beachtungswerth und erfordert eine kräftige Ventilation. Die gebildeten Fettsäuren sind aber sehr wenig flüchtig, namentlich ist die Oelsäure unzersetzt

---

*) Der Geruch ist ähnlich demjenigen, der durch den sogen. Buchdruckerfirniss erzeugt wird und von demselben sanitären Nachtheile begleitet ist.

gar nicht flüchtig; sie werden daher keine besondere Einwirkung ausüben (siehe Stearinsäure S. 477). Immerhin ist es aber möglich, dass schon der Geruch manche empfindliche Personen, die auch im Arbeiterstande vorkommen, in eine krankhafte Stimmung versetzt, namentlich wenn ein übelriechender Thran verwendet wird; keinesfalls kann aber der Oeldunst wohlthätig wirken oder, wie Thomson[2]) glaubt, ein Präservativ gegen epidemische Krankheiten abgeben.

Dem Oelgeruche begegnet man in geringerm Grade in den Spinnsälen, in denen aber oft eine erhöhte Temperatur von 20—25° C. als ein schädlicherer Factor auftritt, wenn den Räumen die neuere zweckmässigere Construction fehlt (s. Baumwollspinnerei).

Bei einzelnen Spinnmaschinen ist der Spinner genöthigt, die Maschine mit dem linken Knie zurückzustossen, wodurch sich häufig eine Verdickung der Epidermis bildet, die keine weitern Folgen hat und an den sogen. Exercirknorpel erinnert.

Die Walker sind meist kräftige Leute und erkranken verhältnissmässig am wenigsten; der Geruch des faulen Harns ist durch die Verdünnung mit Seifenwasser unbedeutend, während die Alkalinität des Wassers niemals so steigt, dass es Wundsein der Finger zu erzeugen vermag. Verf. hat Walker niemals an Hautleiden irgend einer Art behandelt; überhaupt kommen Exantheme, selbst die Krätze, nicht häufiger als bei andern Arbeitern vor.

Die Rauher leiden häufig an wunden Fingern, wenn sie sich an den Rauhkarden (Distelköpfe von Dipsacus fullonum) oder an den Kardeisen, zwischen denen die Stiele der Karden festgehalten werden, verletzen. Ganz besonders findet man aber bei ihnen wegen des beständigen Stehens sehr stark entwickelte Varicen oder varicöse Geschwüre; auch Rheumatismus in allen Formen ist wegen der Nässe, der sie ausgesetzt sind, sowie wegen des kühlen, oft zugigen Arbeitsraums eine häufig vorkommende Krankheit.

Das Noppen strengt die Augen sehr an und kann bei vorhandener Anlage zu Kurzsichtigkeit führen, die Disposition selbst natürlich nicht erzeugen.

Beim Decatiren ist es die feuchte und warme Luft, die häufig schwächend auf die Arbeiter einwirkt. Alle Decatirer haben eine blasse Gesichtsfarbe und kränkeln oft; unter den verschiedenen Leiden walten Störungen von Assimilation und Blutbildung vor; Wechsel der Arbeit ist oft das einzige Rettungsmittel.

Die Abfallwässer in Tuchfabriken.

Die Menge der Abfallwässer ist oft sehr bedeutend, namentlich wenn die Wollwäsche mit der Woll- und Stückfärberei verbunden ist. Bei langsamem Abflusse gehen sie häufig in Zersetzung über und erzeugen dann die grössten Belästigungen; gelangen sie in kleine Wasserläufe oder stagnirende Gräben, so geben sie mindestens zu bedeutender Schlammbildung Anlass; treten aber solche Wässer bei starkem Regen auf benachbarte Wiesen aus, so verderben sie erfahrungsgemäss allen Graswuchs. Wird die Tuchfabrication in Ortschaften, die an keinem grössern Flusse liegen, betrieben, so häufen sich die Klagen und haben immer mehr die Fabricanten genöthigt, die geeigneten Vorkehrungen zu treffen.

Die wichtigsten Abfallwässer entstehen 1) beim Waschen der rohen Wolle, 2) beim Walken und 3) beim Ausfärben der Wolle und der betreffenden Gewebe.

1) **Das Waschen der Wolle** ist ein sehr wichtiger Act geworden und wird auf sehr verschiedene Weise ausgeführt. In den Tuchfabriken der Mark Brandenburg hat man bisher geräumige Kessel benutzt, in welche die lose Wolle von einem sackartigen Netze umgeben eingetaucht und mit der Reinigungsflüssigkeit (Soda, Seife, vermischt mit Urin) in der Siedhitze behandelt wird; hierauf wird die Wolle durch Waschmaschinen ausgespült.

Gegenwärtig benutzt man die sogen. Leviatans, aus mehreren Abtheilungen bestehende und mit Walzen versehene Apparate, in welchen die Wolle nacheinander mit den Reinigungsflüssigkeiten und zuletzt mit reinem Wasser oder auch mittels Spülmaschinen gewaschen wird.

Sollen die Waschwässer verwerthet werden, so sind andere Einrichtungen erforderlich. In Belgien, namentlich in Verviers, kommt die rohe Wolle zuerst in ein trichterförmiges, eisernes, mit einem durchlöcherten Boden versehenes Gefäss und wird mit heissem Wasser übergossen, um den löslichen Schweiss, d. h. die Kaliseife, als eine braune Brühe zu erhalten: diese wird bis zur Consistenz der Schmierseife eingedampft und in Pottaschenfabriken durch Verbrennen auf Pottasche verarbeitet. Die Wolle gelangt dann in die Leviatans und wird hier mit verdünnter Pottaschenlauge gewaschen und mit reinem Wasser gespült: letztere Abfallwässer fliessen direct in den Fluss Wega ab.

Andere Fabriken geben den eisernen Kasten eine ovale Form und weichen die Wolle unter Dampfzuleitung in verdünnter Pottaschenlauge ein; nach starker Auspressung zwischen Walzen wird sie den Wasch- und Spülmaschinen übergeben. Man setzt dieses Verfahren so lange fort, bis die Pottaschenlauge behufs Abdampfens eine hinreichende Concentration erhalten hat.

Die Waschwässer aus den Leviatans können auch in gemauerte Bassins abgelassen und daselbst mit verdünnter Schwefelsäure versetzt werden, um die noch vorhandene Kaliseife unter Abscheidung von Fettsäuren und Bildung von Kaliumsulfat, welches im Wasser gelöst bleibt, zu zersetzen. Die geklärte Flüssigkeit kann frei abgelassen werden, während der schmierige Rückstand wegen seines Kaligehalts als Dungmittel noch Werth hat.

Man benutzt hierzu die Schwefelsäure, die von der Carbonisation der Wolle herrührt: durch diesen Process werden nämlich die Kletten aus der Wolle entfernt, indem man die Wolle mit einer verdünnten Schwefelsäure imprägnirt und dann einer Temperatur von 80–100° C. aussetzt. Die Kletten werden hierdurch ohne Beschädigung der Wolle so mürbe und zerreiblich, dass sie durch besondere Maschinen in Verbindung mit Ventilation leicht von der Wolle entfernt werden können.[3])

In einzelnen Streichgarnspinnereien in der Rheinprovinz wird die Wolle sofort mit Seifenlauge eingeweicht, ausgepresst und gewaschen. Die braune Schweissflüssigkeit wird aber nicht eingedampft, sondern in grossen eisernen Pfannen mit Schwefelsäure versetzt und erwärmt, um sowohl die Kaliseife der Wolle, als auch die zum Waschen der Wolle zugesetzte Seife unter Abscheidung der Fettsäuren zu zersetzen: letztere schwimmen auf der Flüssigkeit und werden abgeschöpft. Die sauer reagirende Lauge lässt man meist in Schlinggruben ab, wobei es aber sehr auf den Grad der Acidität dieser Lauge ankommt, da es einer genauen Prüfung bedarf, ob nicht durch solche saure Wässer die benachbarten Brunnen verdorben werden können (s. Glycerinindustrie S. 479). Die erhaltenen schmutzigen Fettsäuren bilden eine braune, dickflüssige Masse, welche als Wagenschmiere, als Zusatz zum Degras u. s. w. benutzt wird (s. S. 458).

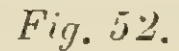
In Belgien und Rheinpreussen gibt es besondere Etablissements, welche sich bloss mit dem Waschen der rohen Wolle beschäftigen.[4])

Pottaschendarstellung. Grossartige Tuchfabriken stellen meist aus der Lauge, mit welcher die rohe Wolle behandelt worden, die Pottasche dar. Die ausgelaugte wässrige Lösung wird dann zuerst mit Pottaschenlösung und Kaliseife gewaschen und nachher mit Wasser gespült: während man das Spülwasser abfliessen lässt, gelangen sämmtliche concentrirte und verdünnte Laugen in grosse unterirdische Bassins, um aus diesen in die Abdampfpfannen gepumpt zu werden. Die erste Lauge, welche in den Auslauge-Apparaten gewonnen wird, setzt einen unlöslichen Schmutz ab, der ausgeschöpft und als Dünger verkauft wird.

Das Zugutemachen der Laugen geschieht in zwei nebeneinander gebauten Flammenöfen. Sie gelangen durch ein Zuflussrohr (Fig. 53 *o*) in einen gewöhnlichen Flammenofen (Fig. 52 u. 53 *m*), dessen Abdampfraum durch die Zunge *g* (Fig. 52) in zwei gleiche Theile (*A* und *B*) getheilt ist: die Zunge *g* geht so weit herunter, dass sie 10 Centimeter tief in die Lauge eintaucht. Indem der Exhaustor (*e*) in Thätigkeit

gesetzt wird, durchstreichen die von der Feuerung (F) kommenden heissen Feuergase die Lauge Von der Abtheilung B aus gelangen die Feuergase mit den Wasserdämpfen (durch $b\,b\,b$ Fig. 53) in den Canal C (Fig. 52) und aus diesem in den senkrechten Canal d, in welchen oben das Saugrohr des Exhaustors mündet.

Nachdem in A und B die Lauge bis zur Syrupsconsistenz eingedampft ist, wird sie sofort nach dem Calcinirraum H gebracht und hier bis zur vollständigen Trockne eingedampft. Die Gase und Dämpfe gelangen durch $a\,a\,a$ in die Esse g. Nach Entfernung des Wassers (in H Fig. 53) fängt die Masse wegen ihres hohes Fettgehaltes an zu brennen, weshalb von diesem Moment an die sich entwickelnden heissen Verbrennungsgase durch i nach A und B geleitet und daselbst in Gemeinschaft mit den Feuerungsgasen zum Abdampfen der dünnen Laugen gebraucht werden.


Fig. 52.

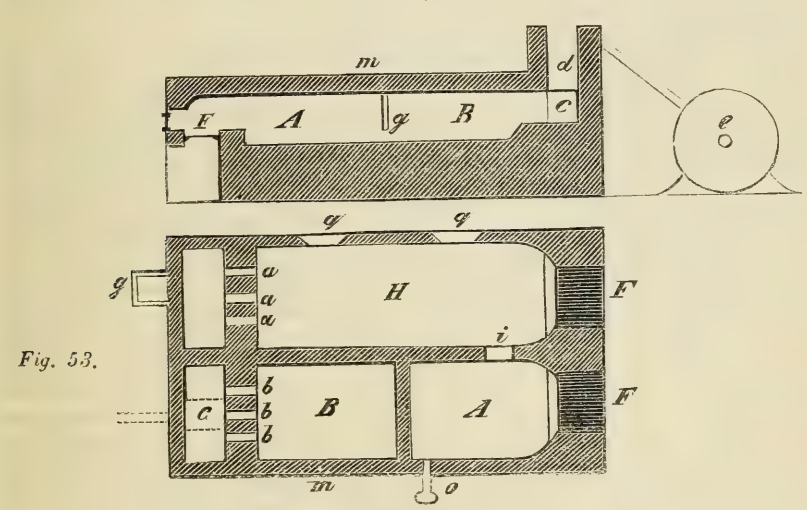


Fig. 53.

Hört in H die Verbrennung auf, so wird die glühende Masse durch $q\,q$ entfernt und in einen viereckigen gemauerten Behälter gebracht, in welchem sie binnen einiger Wochen vollständig ausglimmt. Im ausgebrannten Zustande sieht sie wie hart gewordener Mörtel aus und bildet so die rohe Passante, welche in der Fabrik wieder zur Wäsche benutzt wird.

Eine so grossartige Anlage eignet sich nicht für kleinere Fabricanten; dieselben können aber ein Consortium bilden, um ihre Abfallwässer mit Nutzen zu verwenden. In Brügge wird in einer Fabrik, welche täglich 16,000—20,000 Pfund Wolle verarbeitet, dies Verfahren mit gutem pecuniärem Erfolge ausgeübt.[5])

Diese Fabrication ist aber mit vielen üblen Gerüchen verbunden, namentlich entstehen eine Masse von Acroleindämpfen im Calcinirraum. Sowohl diese als die beim Abdampfen enstehenden Dämpfe sollten schliesslich statt in die Esse in die Feuerung eines Desinfectionsofens geleitet werden; es liesse sich hierzu ebenfalls der Exhaustor verwerthen. Die ganze Anlage gehört ausserdem nicht in die Städte, da sie stets den Adjacenten sehr lästig wird.

2) Die Walkwässer und die ersten Spülwässer enthalten ausser Seife sämmtliche lösliche Substanzen, welche die Tuche bei der Färberei und Weberei aufgenommen haben, auch sind ihnen noch mehr oder weniger Wollfasern beigemengt; ihre Farbe hängt von der Farbe der gewalkten Tuche ab. Bleiben sie sich selbst überlassen, so tritt eine starke Reaction und eine Zersetzung derselben ein, wobei eine Entwicklung von ammoniakalischen und andern unangenehm riechenden Gasen entsteht (s. S. 232).

Diese Abfallwässer haben namentlich bei Fabriken, welche nicht an fliessendem Wasser oder höchstens an kleinen Wasserläufen liegen, Nothzustände hervorgerufen, welche unter allen Umständen Abhülfe erheischten. Dies ist z. B. in den Fabriken des

Regierungsbezirks Frankfurt a. d. O. der Fall gewesen; auch die Wurm zu Aachen, in welche alle Wasch- und Walkwässer bisher flossen, steht in dieser Beziehung in üblem Rufe, da ihr Wasser oft dintenartige Beschaffenheit hatte und die widerlichsten Effluvien, wobei sich besonders Schwefelwasserstoff bemerkbar machte, aushauchte. In Aachen hat man deshalb auch angefangen, diese Walkwässer zu Gute zu machen und zwar wie bei der Stearinsäurefabrication entweder mittels des Säureverfahrens oder des Kalkverfahrens; das erstere findet nicht in den Fabriken statt, sondern das Wasser wird hier in Fässern oder hölzernen Kasten aufgefangen und durch Schwefelsäure zersetzt. Die hierdurch abgeschiedene schwarze Masse von Fettsäuren wird abgeschöpft und in Fässern nach den Stearinsäurefabriken behufs weiterer Bearbeitung gefahren, die schmutzige, salzhaltige Flüssigkeit jedoch in den Fluss abgelassen.

Letztere Methode unterliegt noch einem grossen Bedenken, da die Flüssigkeit stark sauer reagirt (s. Stearinsäurefabrication) und das Flusswasser für wirthschaftliche Zwecke unbrauchbar machen kann; der freie Abfluss darf deshalb nur geschehen, wenn man einen Fluss mit starker Strömung benutzen kann.

In jeder Beziehung zweckmässiger ist das Kalkverfahren oder die Kalksaponification; in einer Fabrik zu Aachen ist folgendes Verfahren eingeführt, das sich auch für viele andere Abfallwässer von ähnlicher Beschaffenheit eignet und daher eine genauere Beschreibung gestattet. Die Walkwässer fliessen zunächst in ein gemauertes Sammelbassin, aus welchem sie durch eine Abflussrinne in ein tiefer gelegenes Bassin abgelassen werden; in die Abflussrinne fliesst Kalkmilch in dünnem Strahle zu. Der Boden des Zersetzungsbehälters besteht aus drei Lagen Ziegelsteinen, von denen die unterste platt liegt, die mittlere auf die Kante gestellt und die obere wieder platt gelegt ist; bei den beiden untern Lagen sind die Steine einfach aneinander gelegt, während die obere Lage mit einfachem Mörtel gemauert ist. In der einen Ecke des Zersetzungsbehälters ist eine mit Löchern versehene Bretterwand angebracht, deren Oeffnungen anfangs mit Holzstöpseln verschlossen sind, welche in dem Masse, als die Kalkseife sich aus der klaren Flüssigkeit absetzt, von oben nach unten entfernt werden, so dass letztere durch eine am Boden angebrachte Oeffnung in einen Canal abfliesst. Durch das Einströmen der Kalkmilch in das in einem dicken Strahle abfliessende Walkwasser findet eine innige Mischung der beiden Flüssigkeiten und dadurch eine momentane Abscheidung der Kalkseife statt. Dieser Process geht so rasch vor sich, dass schon nach 2 Stunden die klare Lauge aus der obern Oeffnung abgelassen werden kann. Das Abflusswasser enthält nur geringe Mengen organischer Stoffe und freies Alkali, ist aber fast gar nicht gefärbt. Nach ein paar Tagen ist auf dem Boden ein fester Schlamm zurückgeblieben, welcher durch Eintrocknen, ähnlich dem nassen Thon, unzählige feine Risse bekommt, welche sich stetig erweitern und der nassen Kalkseife Gelegenheit bieten, die zurückgehaltene Lauge durch diese abfliessen zu lassen, von wo aus dieselbe dann von dem porösen Boden des Behälters aufgenommen und entfernt wird.

Die zurückgebliebene Kalkseife wird dann ausgestochen und unter einem Dache auf Brettergestellen getrocknet. In diesem Zustande stellt sie eine schieferfarbige, mehr oder weniger fette Masse dar und besteht aus 60—70 % Fettsäure, 18—20 % Kalk und Eisenoxyd neben andern Unreinigkeiten; sie findet in Privat-Gasanstalten eine gute Verwendung. Wegen Behandlung der Walkwässer für sich vergl. man S. 232;[6]) es ist aber ausser Frage gestellt, dass auch die Wollschweisswässer durch die Kalksaponification zu Gute resp. unschädlich gemacht werden können. In den Fabriken, in welchen die rohe Wolle gewaschen wird, würde es sich daher empfehlen, die Schweisswässer gleichzeitig mit den Walkwässern zu verarbeiten. Es würde dadurch schon in Bezug auf die Reinerhaltung der Bäche, Flüsse u. s. w. ein grosser Vortheil erzielt; absolut nothwendig bleibt aber in sanitärer Beziehung ein solches Verfahren, wenn die Tuchfabriken nicht an einem ergiebigen Wasserlaufe liegen.

3) Die Abfallwässer beim Ausfärben der Wolle oder der betreffenden Gewebe können in denjenigen Fabriken, in welchen die Wolle gewaschen und gefärbt wird, oder mit denen eine Stückfärberei verbunden ist, ebenfalls mit den Walkwässern vermischt und dann der Kalksaponification unterworfen werden.

In der Regel werden bis jetzt die Abflusswässer der Färbereien ungereinigt in die Flüsse abgelassen; sie enthalten, wie bei jedem andern Färbereibetriebe, Reste von Beizen und Pigmenten, welche sich sowohl in den abgebrauchten Flotten befinden als auch an den in die Waschmaschine gelangenden Geweben oder losen Wollen haften. Alle diese Wässer sind meist intensiv gefärbt und stark verunreinigt, daher ihr freier Abfluss um so mehr einem Bedenken unterliegt, wenn man nicht über ein fliessendes Wasser mit hinreichendem Gefälle gebieten kann.

Durch Kalkzusatz entsteht unter Klärung des Wassers ein Niederschlag, welcher, wie in allen Färbereien, die Oxyde der gelösten Metallsalze enthält. Der Niederschlag bildet sich aber höchst langsam; es ist diese Methode daher in der praktischen Ausführung allerdings sehr lästig und bisher auch in pecuniärer Beziehung nicht lohnend. Man hat aber in allen Färbereien noch zu wenig Versuche in dieser Richtung angestellt und sich nur mit dem freien Abfliessenlassen begnügt: letzteres führt aber auf die Dauer zu den grössten Unzuträglichkeiten, die sich auch bei vielen Seidenfärbereien herausgestellt haben. Die verschiedenen Färbereien verhalten sich in diesem Puncte ziemlich gleich.

Können diese Wässer nur in langen Canälen in einen Fluss abgelassen werden, so geben sie um so mehr zu belästigenden Verschlammungen der Canäle Veranlassung, je länger der Lauf der Canäle ist; nur ein starkes Gefälle und eine grossartige Spülung, wie sie kaum ausführbar ist, könnte diesen Nachtheil verhüten.[7])

Die Anlage von Klärbassins ist in solchen Verhältnissen nothwendig, damit sich die grösste Menge der in den Farbwässern suspendirten Stoffe zuvor ablagern, ehe sie in die Canäle abgelassen werden. Sind aber einmal Klärbassins vorhanden, so würde das Unternehmen durch einen Kalkzusatz nicht viel kostspieliger, jedenfalls aber der grosse Vortheil erreicht, dass die Abfallwässer noch vollkommen geklärt würden, während der Niederschlag wenigstens als Dungmittel Verwerthung finden könnte.[8])

In sanitärer Beziehung kann daher bei allen Färbereien die Anlage von Klärbassins unter Zusatz von Kalk nur auf das dringendste empfohlen werden, wenn der freie und directe Abfluss in einen grossen Fluss nicht möglich ist. In einigen Gegenden hilft man sich in der Weise, dass nur während der Nacht der flüssige Inhalt der Klärbassins in Bäche abgelassen wird, um wenigstens während des Tages die anderweitige Verwerthung des Bachwassers nicht zu hindern.

Stehen einer Färberei Ländereien zur Verfügung, so ist die Benutzung der Klärwässer zur Berieselung der Aecker, Wiesen u. s. w. ganz besonders in's Auge zu fassen; nach den in der Umgebung von Berlin gemachten Erfahrungen scheint sich diese Methode zu bewähren (s. S. 217).

Seidenindustrie.

Seide ist ein zarter weisser oder gelblicher Faden, der aus Fibroin besteht und einen in kochendem Wasser löslichen Ueberzug hat (Seidengummi, Seidenleim oder Bast); dieser wird von der Seidenraupe (Bombyx mori) ausgeschieden, um sich zu verpuppen. Die eingesponnene Raupe sammt dem Gespinnst heisst Cocon*); die Cocons sind eiförmig, ungefähr 1½ Zoll lang und weiss oder gelb gefärbt.

Die Seidenraupen bedürfen zu ihrer Entwicklung ganz besonders einer reinen Luft; unreine Luft ist ihr Tod. Die Ausdünstung der gesunden Raupe erinnert an den Geruch der Rinde des Maulbeerbaums, wenn dieselbe einige Minuten lang siedendem Wasser ausgesetzt wird. Faulende Raupen verursachen dagegen einen vollständigen Leichengeruch, so dass Lösungen von Chlorkalk in den Zuchtsaal aufgestellt werden müssen, um den Aufenthalt erträglich zu machen, obgleich die noch lebenden Raupen sehr darunter leiden und namentlich die Fresslust verlieren.

Werden die Cocons zur Gewinnung der Seide verwendet, so darf man die Entwicklung zum Schmetterling nicht abwarten, weil durch das Ausschlüpfen desselben die Fadenwindungen des Cocons durchbrochen werden und der Zusammenhang der Fäden

*) Fibroin $C_{15}H_{23}N_5O_6$ und Seidenleim (Sericin) $C_{15}H_{25}N_5O_8$ sind sich in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich und stehen in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander wie Coriin zur Bindegewebsfaser.

verloren geht (durchbissene Cocons); deshalb ist überall das Verfahren eingeführt, die Cocons zu tödten; dies geschieht im Backofen oder mittels Wasserdämpfe. Sollen die so getödteten Cocons als Handelswaare dienen, so müssen sie einer Trocknung bei 100° ausgesetzt werden, damit das abgestorbene Thier nicht in Fäulniss übergeht. Man benutzt dazu Dampfapparate, wobei sich bei der ersten Einwirkung der Dämpfe Schwefelammonium und flüchtige Fettsäuren entwickeln, die abgeleitet werden müssen.

Neuerdings wendet man als Tödtungsmittel Kampher an, der sich auch beim Versenden der Cocons empfehlen soll.

Bei der **Zubereitung der Seide**, d. h. bei der Ueberführung der Cocons in Fäden, unterscheidet man mehrere Operationen:

1) Das Sortiren der Cocons. Die fehlerhaften, zum Abhaspeln nicht geeigneten, schimmlich gewordenen oder von Insecten angefressenen, sowie „durchbissene“ Cocons werden hierbei ausgesucht.

2) Das Einweichen der Cocons bezweckt die Erweichung ihres leimartigen Ueberzugs; man gebraucht dazu bis zu 70° und 75° R. erhitztes Wasser, um den gummiähnlichen Klebstoff, welchen das Thier zum Aneinanderheften der Fäden benutzt, aufzulösen und den Anfang des Fadens finden zu lassen. Dieses Wasser kann lange gebraucht werden; wird es aber endlich dadurch verunreinigt, dass offene Cocons ihre Puppen (Chrysaliden) haben ausfallen lassen, so wird die ganze Brühe zum Begiessen von Blumen und Gemüsen benutzt, da sie wegen ihres Gehalts an organischen Stoffen (Gummi, Farbstoff, stickstoffhaltige Substanz) rasch in Fäulniss übergeht und düngend wirkt.

Bisweilen übergiesst man die Cocons in Bottichen mit lauwarmem Wasser und setzt sie einige Tage dem Sonnenschein aus, um eine Gährung einzuleiten, die man bisweilen durch Zusatz von Harn unterstützt. Das abfallende Wasser ist gleich der Mistjauche und muss wie diese behandelt werden.

3) Das Schlagen der Cocons. Man gebraucht dazu weiche Reiser von Birkenkraut, womit sanfte Stösse auf die im Wasser befindlichen Cocons ausgeführt werden. Hierdurch wird vorzüglich die an den Cocons hängende Flockseide (verwirrte und knotige Seidenfäden) entfernt; zur Absonderung derselben müssen die Hasplerinnen die Cocons häufig mit den Händen in warmem Wasser bearbeiten, weshalb sie letztere häufig in einem zur Seite stehenden Gefässe mit kaltem Wasser abkühlen. Dieser beständige Wechsel von Kälte und Wärme ist zweifelsohne die Ursache, weshalb Hasplerinnen sehr häufig an Panaritien leiden: nicht selten werden auch die Finger mit Bläschen bedeckt, die bisweilen in Pusteln oder Blasen übergehen (mal de vers ou de bassine)[1]). Kommt dazu noch die Hitze des Ofens und der Wasserdampf, die solche Seiden-Haspelanstalten erfüllen, so vereinigen sich viele Umstände, durch welche die Gesundheit dieser Arbeiterinnen sehr gefährdet wird. Solche Locale müssen deshalb geräumig, luftig und hoch sein; auch muss der Fussboden, weil viel Wasser verspritzt wird, mit Steinplatten oder guten Ziegelsteinen belegt sein. Wo das Klima, wie in Italien, es gestattet, sind die offenen, nur aus Standpfeilern und einem Dache bestehenden Schuppen am passendsten.

4) Das Haspeln oder Spinnen der Seide besteht darin, dass der Faden von dem Cocon wie von einem Knäuel abgewickelt und auf einem Haspel aufgewunden wird.

Die von den Cocons abgehaspelte Seide heisst rohe Seide, Rohseide, Grezseide (nach dem Italienischen Grezza benannt). Ein Cocon liefert 0,15 – 0,25 Grm. Rohseide.*)

Ist der Cocon abgehaspelt, so erscheint die Puppe, welche die Hasplerin in ein Becken legt. Diese Puppen liefern, wenn sie faulen, alle Producte des faulenden Fleisches; sie müssen daher bald mit Kalk überschüttet, vergraben oder einem Düngerhaufen übergeben werden, wenn sie nicht zur Ammoniakbereitung dienen sollen.

5) Das Entschälen der Seide. Die abgehaspelte Seide muss zunächst von ihrem Ueberzuge, vom Seidenleim, welcher an der Luft durch die Veränderung des

---

*) Beim Abhaspeln der Cocons ist die Benutzung der Dampfkraft ein grosser Fortschritt, da bei steter Erneuerung des Wassers kein Geruch hierbei auftritt und die Arbeit sehr erleichtert wird. *Limet* in Como hat einen Apparat construirt, der auf der abwechselnden und combinirten Thätigkeit des Wassers und des Dampfes beruht, indem hierzu bestimmte Hähne abwechselnd geöffnet werden. Nachdem die Cocons mit Wasser durchdrungen sind, treibt der Dampf dasselbe wieder aus, bedingt ihr Schwimmen auf der Oberfläche des Wassers und erleichtert das Abhaspeln. Der grösste Vortheil besteht in der gleichmässigen Einwirkung des Dampfes; auch erfolgt Kochen und Degummiren in dem mit Dampf gemischten Wasser.

Fibroins entstanden ist, befreit werden, um ihr mehr Glätte und Weichheit zu ertheilen. Man unterscheidet hierbei das Degummiren, wobei man die Seide in einer Oelseifenlösung aufhängt und so lange hin und her bewegt, bis sie von ihrem firnissartigen Ueberzuge befreit ist. Hierbei tritt ein sehr unangenehmer Geruch auf; auch die Abfallwässer müssen wie Beuchwässer behandelt werden; der ganze Process ist nämlich ein Beuchen.

Hierauf folgt ein nochmaliges Kochen in einem Seifenbade und das Bleichen mittels schwefliger Säure.

Das Zwirnen der Seide und das Titriren, d. h. die Bestimmung des Feingehalts der Seide, sind unschädliche mechanische Manipulationen.

Das Conditioniren der Seide hat ein sanitäres Interesse, obgleich es nur die Bestimmung des Wassergehalts der Seide bezweckt, da bekanntlich sowohl die rohe als auch die gezwirnte Seide hygroskopisch ist und viel Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt; man hat deshalb schon längst das Verfahren des Conditionirens eingeführt, wobei man in eignen, meistens unter öffentlicher Aufsicht stehenden Anstalten, in Seidenconditionen, die Seide auf einen bestimmten Grad von Trockenheit bringt.

Das Trocknen geschieht mittels Wasserdämpfe bei 100° C. in kupfernen Kasten mit doppelten Wänden. Während des Erhitzens gehen die verschiedenen absorbirten Gase, Riechstoffe u. s. w. ab und die Abzugsröhren der Trockenkasten für die aus der Seide sich entwickelnden Wasserdämpfe u. s. w. werden von einer eigenthümlichen fettartigen Substanz incrustirt, welche in kurzer Zeit das Rothkupfer angreift und aus flüchtigen, noch nicht genau bekannten, die Augen stark reizenden Säuren besteht. Bisweilen sollen selbst gefährliche Krankheiten durch die von der Seide absorbirten und in den Trockenkästen wieder abgegebenen Stoffe herbeigeführt werden; namentlich erzeugte in einem concreten Falle Seide aus der Levante auf diese Weise einen sehr complicirten Krankheitsprocess, bei dem höchst wahrscheinlich die Mitwirkung von Contagien beschuldigt werden konnte. Die berühmtesten Trockenanstalten finden sich in Mailand, Marseille, Elberfeld und Crefeld.[2])

6) Das Färben der Seide ist weit einfacher als das der Pflanzenfaser, weil sie die meisten Farben ohne Beize aufnimmt; meistens wird gleichzeitig eine Gewichtsvermehrung bezweckt, welche gegenwärtig den grossartigsten Massstab angenommen hat und besonders beim Schwarzfärben auf 30—50, ja 100% gesteigert werden kann.

Auch findet hierbei bisweilen eine Präcipitation von Blei- und Barytsalzen auf die Faser statt. In einem Falle konnten 18% Blei in der schwarzen Nähseide nachgewiesen werden, was grade bei der Nähseide nicht gleichgültig sein kann, da dieselbe bekanntlich in den Mund genommen, zerkaut oder selbst verschluckt wird.

Benutzung von Seidenabfällen resp. Bereitung von Floretseide. Alle Abfälle beim Sortiren der Cocons, die Flockseide, welche beim Schlagen der Cocons, das grobe Gewirre, welches beim ersten Einspinnen der Raupen entsteht, die durchbissenen Cocons u. s. w. begreift man unter dem Namen Floret- oder Flockseide (Chappe, Strazza).[3])

Man unterscheidet bei ihrer Zubereitung das Reinigen und Auflockern, das Krempeln oder Kämmen und das Spinnen, dieselben Manipulationen, die bei der Wolle und Baumwolle vorkommen, aber keinen gefährlichen Staub erzeugen, obgleich die Ansichten hierüber nicht übereinstimmen. Wenn die französischen Autoren die Folgen des Reinigens und Auflockerns (Cardage) mit düstern Farben schildern, so ist es weniger der Staub, als der häufig ungesunde, feuchte und kellerartige Arbeitsraum, durch den manche Gesundheits-Schädigungen der Arbeiter entstehen. Jetzt begegnet man meist luftigen Räumen, in denen der Seidenstaub um so weniger eine nachtheilige Einwirkung ausüben kann, als die Schlag- und Krempelmaschine bei zweckmässiger Construction die Arbeiter mehr schützt. Dass er der gefährlichste Staub sei, wie namentlich *Picard*[4]) behauptet, wird von den meisten Beobachtern mit Recht bestritten; die Schwindsucht unter den Seidenarbeitern, namentlich den Seidenwebern, hängt mit andern Schädlichkeiten zusammen.

Seidenweberei. Auch bei der Fabrication der Seidenzeuge kommen im Wesentlichen dieselben Manipulationen wie bei der Fabrication der baumwollenen, wollenen und leinenen Gewebe vor; der Hauptunterschied besteht darin, dass die schwereren Seidenstoffe, wie sie vom Webstuhle kommen, fertige Waaren sind und nur noch einer einfachen Pressung bedürfen. Nur die leichtern Sorten, wie Atlas, Taffet u. s. w., erhalten, um mehr Ansehen zu bekommen, noch eine Appretur durch Gummiren und Cylindriren; auch Sammet, unter dem man im Allgemeinen Zeuge mit einer haarartigen Oberfläche versteht, wird bisweilen auf der Kehrseite gummirt.

Das Gummiren geschah früher in der Weise, dass man die Stoffe mittels eines in Traganthlösung getauchten Schwammes überstrich und in sehr stark erhitzten Räumen, in den sogenannten Gummirstuben, trocknete. Die Arbeiter litten hierbei sehr von der feuchten und heissen Luft.

Gegenwärtig geschieht das Gummiren vorzugsweise bei ganz leichten Stoffen und namentlich bei Bändern in der Weise, dass das Zeug durch eine Gummilösung und sodann über eine erhitzte Rolle läuft. Bisweilen rollt man das Zeug von einer hölzernen Walze auf die andere und streicht es hierbei an, während sich zwischen beiden Walzen ein kleiner Rollwagen mit Holzkohlenfeuer oder Gasflämmchen bewegt. Im erstern Falle darf die Procedur nur in einem grossen luftigen Raume vorgenommen werden, die aber überhaupt meist nur bei schlechter Arbeit des Webers erforderlich ist.

Zur Unterscheidung der verschiedenen Fasern des Gewebes wendet man die chemische und mikroskopische Probe an. Durch Kochen mit Kalilauge unterscheidet man zunächst die thierischen Fasern von den pflanzlichen, indem sich erstere (Seide, Wolle, Alpaca) darin auflösen, letztere (Flachs, Hanf, Baumwolle) aber nicht. Salpetersäure von 1,2—1,3 spec. Gew färbt Wolle und Seide gelb, Baumwolle und Leinen nicht: eine wässrige Lösung von Pikrinsäure färbt nur Wolle und Seide gelb, nicht die Pflanzenfaser. Kupferoxyd-Ammoniak mit Ueberschuss von Ammoniak löst zuerst die Seide, dann die Baumwolle, aber nicht die Wolle. Nitroprussidnatrium erzeugt in einer Lösung von Wolle in Kalilauge eine violette Färbung wegen ihres Schwefelalkaligehaltes, wohingegen eine Lösung von reiner Seide in Kalilauge durch dasselbe Reagens nicht verändert wird.

Unter dem Mikroskop charakterisirt sich die Baumwolle durch ihre platte, bandförmige Beschaffenheit, die Wolle durch die dachziegelförmig angeordneten Oberhautschuppen; die Seidenfaser erscheint ganz rund, glatt, ohne Innenhöhle, die Leinenfaser walzenförmig mit einer schmalen Innenhöhle, welche oft nur als Längslinie auftritt. Diese Unterscheidungszeichen sind bei der Prüfung des betreffenden Staubes wichtig.[5])

Die sanitären Verhältnisse der Seidenarbeiter.

Von einer Einwirkung des Seidenstaubes kann kaum die Rede sein, da er bei der Bearbeitung der rohen Seide nur in geringer Menge auftritt und keinesfalls erhebliche Reizungen der Brustorgane erzeugt. Mehr Staub entsteht beim Ausklopfen und Ausdrehen der erschwerten Seide; es sind dann die trocknen Farbstoffe, die den Staub erzeugen, dessen Natur sich natürlich nach den zur Verwendung gekommenen Substanzen richtet. Hat man Bleipräparate hierzu benutzt, so wird sich der Staub in nachtheiliger Weise geltend machen können und liegt die Vermuthung nahe, dass man bei den auseinander gehenden Ansichten über die Bedeutung des Seidenstaubs keinen strengen Unterschied zwischen den verschiedenen Staubarten gemacht hat.

Die gesundheitsschädlichen Momente bei der Behandlung der Cocons werden gegenwärtig durch zweckmässigere Einrichtungen, sowie durch Benutzung von Maschinen sehr vermindert, so dass auch das schon besprochene Handleiden der Hasplerinnen immer mehr schwinden wird.

Von grösserer sanitärer Bedeutung bleibt die Seidenweberei, die hier noch besonders hervorzuheben ist, da der Handstuhl in der Hausindustrie zur Zeit noch vorwaltet und mit vielen sanitären Nachtheilen verknüpft ist. Die Körperstellung, die der Arbeiter dabei beobachten muss, sowie die Anstrengungen, die hierbei unvermeidlich sind, erzeugen Krankheitszustände, die sich hier in mannigfachen Circulationsstörungen, in Hämorrhoïden, Varicen u. s. w. kund geben und häufig mit Verdauungsbeschwerden verbunden sind, die nicht allein Folgen des einseitigen Druckes auf die epigastrische Gegend sind, sondern auch häufig durch die Lebensweise, unzweckmässige Ernährung, schlechte Luft und ungesunde Wohnungen mit bedingt werden. Mangelhafte Beleuchtung und die Einwirkung greller Farben erzeugen nicht selten Augenleiden verschiedener

Art, während bei den meisten Webern in Folge unzweckmässiger künstlicher Beleuchtung selten das „Schwarzspucken“ vermisst wird.*)

In manchen Gegenden beschäftigen sich auch jugendliche weibliche Personen mit der Seidenweberei, eine Sitte, die körperliches und sociales Unheil erzeugt, da sie das Mädchen frühzeitig aus seiner eigentlichen Berufsstellung in abnorme Verhältnisse versetzt. Nirgends treten überhaupt die socialen Gebrechen greller hervor als in der Seidenweberei.[6])

In der Seidenfärberei sind unter den zur Verwendung kommenden Farbkörpern vorzugsweise die Chrompräparate und Pikrinsäure zu nennen; höchst selten werden aber Fälle von irgend einer nachtheiligen Einwirkung derselben bekannt, weil die grosse Verdünnung mit Wasser den hinreichenden Schutz gewährt, wenn bei den verschiedenen Manipulationen nur einigermassen vorsichtig verfahren wird. Anilinfarben können hier nur durch Arsen- oder Quecksilbergehalt schädlich werden; in den seidenen Stoffen lassen sich aber nur höchst geringe Mengen dieser Verbindungen nachweisen. Bei der Appretur sind die beständig warmen Räume nicht ohne Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter.

Allgemeines über Beizen, Zeugdruck und Färberei.

Beizen und Zeugdruck.

Die Pflanzen- und Thierfaser besitzen die Eigenschaft, mit verschiedenen Metalloxyden unlösliche Verbindungen einzugehen oder dieselben gleichsam zu absorbiren. Dieser Vorgang nimmt in der Textilindustrie einen wichtigen Platz ein und heisst Färben. Damit aber der aufgelöste Faserstoff mit der Faser eine unlösliche Verbindung eingeht, bedarf diese meist einer Beize.

Die Lösung solcher Metalloxyde, die an und für sich keine Farbstoffe sind, aber zu der Thier- und Pflanzenfaser sowohl als auch zu einem Farbenpigment in verwandtschaftlicher Beziehung stehen, heisst Beize oder Mordant. Das Gewebe wird dadurch befähigt, Farbstoffe aufzunehmen und die unlöslichen Verbindungen in sich zu erzeugen; die Beizen dienen daher zur Fixirung der Farben. Je nachdem der Farbstoff mit den verschiedenen Metalloxyden verschieden gefärbte Niederschläge erzeugt, wird selbstverständlich auch das Gewebe eine verschiedene Färbung annehmen. Vorzugsweise werden Alaun, Thonerdesalze, essigsaures Eisen, Zinksalze, Gerbsäure, in der Türkischrothfärberei Oele und bei Anilinfarben Albumin und Caseïn als Beizen benutzt.

Die Zeugdruckerei ist nur eine örtliche Färberei und ganz besonders in der Baumwollindustrie vertreten. Seit undenklichen Zeiten ist der Calicot als Druckkattun bekannt, der von einem Orte in Malabar so benannt wird. Man erzielt beim Zeugdruck farbige Muster auf weissem oder anders gefärbtem Zeuge oder weisse Figuren auf farbigem Grunde.

Die zur Anwendung kommenden **Farben** heissen: 1) Tafel-, Applications- oder Schilderfarben, wenn sie direct auf das Zeug aufgetragen werden, z. B. die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, der Indig und die Cochenille; 2) die Kessel- oder Krappfarben erzeugt man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe (Flotte); hierher gehören: der Krapp, das Blauholz, der Wau, die Cochenille, der Sumach u. s. w.

Beim **Drucken** unterscheidet man vier Methoden: 1) Man druckt Farbe und Beizen zusammen auf und fixirt die Farbe durch Aufhängen und Lüften. Dies ist der eigentliche Tafeldruck, wobei die Applicationsfarben in gelöstem oder in ungelöstem Zustande aufgedruckt werden.

Viele Tafelfarben werden auf Baumwollgeweben durch das sogenannte Dämpfen fixirt und heller gemacht, wobei viele noch unbekannte Zersetzungs-Erscheinungen vorkommen. Die dadurch fixirten und veränderten Farben heissen Dampffarben, bei

---

*) Ueber den *Jacquard*'schen Webestuhl vergl. man „Blei“.

denen die Zinnbeizen eine grosse Rolle spielen. Das Dämpfen geschieht in der Weise, dass man die Waare über Rollen in einem gut verschlossenen und mit einem falschen Boden versehenen Holzbottich aufhängt, in welchem von unten mittels eines Rohrs die Dämpfe eingeleitet werden.

2) Man bringt nur die verdickte Beize auf diejenigen Stellen des Zeuges auf, welche Farben erhalten sollen, und zieht dann das Zeug durch die Farbenflotte, wozu man bei der Baumwolle nur Krapp gebraucht, weshalb man das ganze Verfahren auch Kessel- oder Krappfarbendruck oder das Färben aus dem Kessel nennt.

Die Baumwollzeuge werden mit der verdickten Beize bedruckt und in Trockenkammern getrocknet; hierauf folgt das Kuhkothbad oder das sogenannte Kuhkothen, ein Verfahren, welches die Kattundruckerei gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der Türkischrothfärberei (siehe diese) entlehnt hat; es bezweckt die Entfernung des Verdickungsmittels und der überschüssigen Beize sowie die Fixirung des Musters.

Statt des Kuhkothbades benutzt man sehr häufig, namentlich in der Schweiz, zur Darstellung der rothen Tücher arseniksaures Natrium, das man in einzelnen Fabriken mit Kreide abstumpft, so dass neben einem Alkalisalz ein fein vertheiltes arseniksaures Calcium zur Anwendung kommt. Der Vorschlag von *Mercer*, ein Gemisch von tertiärem phosphorsaurem Calcium und phosphorsaurem Natrium als Kuhkothsalz (Sal à bouse) zu gebrauchen, hat noch zu wenig Anklang gefunden.*)

3) Man färbt das ganze Zeug mit Ausnahme derjenigen Stellen, welche weiss bleiben oder eine andere Farbe erhalten sollen. Zu dem Ende bedeckt man diese Stellen mit einer Substanz (Reservage, Deckpappe, Aufsparungspappe), welche zum Farbstoff der Flotte keine Verwandtschaft hat, oder man druckt eine Substanz auf, welche die Aufnahme der Farbe verhindert, z. B. Wachs, Talg, Pfeifenthon oder auch chemische Mittel, welche die Bildung von Farben an den betreffenden Stellen verhindern, z. B. unterschwefligsaure Salze beim Gebrauch von Eisenbeizen oder Kupfervitriol bei Indigküpen.

4) Man färbt das Zeug gleichmässig aus und nimmt auf denjenigen Stellen, die anders gefärbt werden sollen, die Farbe wieder weg, indem man daselbst chemisch wirkende Agentien (Aetzbeizen, Fressbeizen, entfärbende Beizen) anbringt Man unterscheidet hierbei das Aetzen der Beize und der Farbe. Das Aetzen der Beize hat den Zweck, das gebeizte Zeug stellenweise von der Beize zu befreien; es gehören viele Säuren hierher, wie Oxal-, Citronen-, Wein-, Milch-, Kieselfluor- und Arsensäure, sowie das Zinkchlorid.

Beim Aetzen oder Zerstören der Farbe, bei der eigentlichen Enlevage, lässt man Chromsäure, unterchlorige Säure, Chlorkalk, Chromsäure, übermangansaures Kalium, Salpetersäure u. s. w. auf die Stellen der Muster einwirken, so dass der Farbstoff oxydirt und zerstört wird.

Beim Bandanasdruck werden Muster schablonenartig in Bleiplatten ausgeschnitten, mit der bleichenden Flüssigkeit (Schwefelsäure und Chlorkalk) begossen, oben und unten auf einen Stoss krapproth gefärbten Zeuges gelegt und gepresst.

Beim Bedrucken der Leinwand handelt es sich vorzüglich um die Darstellung von indigblauen Tüchern mit hellblauen oder weissen Figuren.

Beim Bedrucken der wollenen Waaren benutzt man hauptsächlich den Tafeldruck und als Beize das Zinnchlorid; man fixirt die Farben durch Dämpfen (siehe Ferrocyankalium). Beim Golgas- und Berilldruck presst man zwischen Platten oder mittels Formen.

Das Bedrucken der seidenen Stoffe stimmt in der Hauptsache mit der Baumwolldruckerei überein. Beim Mandarinendruck ätzt man mit Pikrin- oder Salpetersäure den mit Indig gefärbten Grund.

Die Technik des Druckens ist durch *Ch. Taylor* und *Thomas Walker* durch Einführung der Plattendruckmaschine, später durch *Watt* und *Perrot* sehr vervollkommnet worden; die von letzterm construirte Druckmaschine heisst Perrotine.

Die neuesten Walzen- oder Rouleauxdruckmaschinen arbeiten mit vertieften Formen, welche in kupfernen Cylindern eingravirt sind.

---

*) Beim Anilinfarbendruck gebraucht man als Beize Hühnereiweiss oder durch Terpentinöl gebleichtes Blutalbumin. In englischen und elsässischen Fabriken wird jetzt fast durchgängig Albumin durch Glycerinarsenik und essigsaure Thonerde ersetzt. Im Meter sind 2—3 Grm. arseniksaure Thonerde enthalten. In violetten Grundfarben werden verschiedene weisse Muster aufgedruckt, namentlich auf Kattun und Battist. Nach dem Bedrucken folgt die Appretur; durch Einlegen in Wasser soll sich der ganze Arsengehalt auflösen; man hat daher die Abfallwässer zu beachten.

Färberei.

Bei der Färberei sind dieselben Gesichtspuncte wie bei der Zeugdruckerei massgebend; viele Manipulationen beruhen aber nur auf Empirie.

Das **Blaufärben** kommt in der Woll- und Baumwollindustrie vielfältig vor; man benutzt dazu namentlich in der Wollfärberei die Indigküpe, das Berlinerblau und das Blauholz.

Man unterscheidet verschiedene Indigküpen: 1) die **warme Küpe**. Bei der Waidküpe dient ein Zusatz von Waid, Krapp und Kleie zunächst zur Erzeugung einer Gährung, um Indigo in Indigweiss zu reduciren*). Es entstehen hierbei ammoniakalische Dämpfe, da der Waid einer langsamen Fäulniss unterliegt, während Krapp und Kleie zuerst Milchsäure- und dann Buttersäuregährung erzeugen, weshalb zur Bindung der Buttersäure Kalk zugesetzt wird, damit Ammoniak, das Lösungsmittel des Indigweisses, nicht neutralisirt wird.

Grosse und luftige Räume sind zur Aufstellung der Küpen absolut erforderlich, um die Luft möglichst rein zu erhalten; die Waidküpe dient zum Färben der Streichwolle und des Tuches

2) Die **kalte Küpe**. Die Vitriolküpe wird aus Indig, Eisensulfat, Kalk (Kali oder Natron) bereitet, bei welcher unter Wasserzersetzung Eisenoxydul oxydirt und Indigo zu Indigweiss reducirt wird; sie dient vorzugsweise zum Färben der baumwollenen und leinenen Stoffe.

Bei der Harnküpe ist das aus dem faulenden Harn entstandene Ammoniumcarbonat das Lösungsmittel für Indigweiss; Wolle und Leinen wird damit gefärbt.

Die Arsen- oder Opermentküpe wird mehr in der Zeugdruckerei benutzt und durch Verdickung einer Lösung von Operment und Indigo in Kalilauge mittels Gummi dargestellt. Da die Bildung von arsensaurem und unterschwefligsaurem Kalium unter Wasserstoffentwicklung stattfindet, so ist auch hier der Wasserstoff das Reductionsmittel für Indigo. Selbstverständlich ist hierbei in sanitärer Beziehung die grösste Sorgfalt nothwendig, da sich auch leicht Arsenwasserstoff bilden kann; die Gefässe müssen daher einen guten Verschluss haben und mit einem Ableitungsrohr nach dem Schornstein versehen sein.

Die Zinnküpe (Indigo, metallisches Zinn und Aetznatron) und die Zuckerküpe (Milch- oder Stärkezucker neben Alkalien) kommen ebenfalls fast nur in der Zeugdruckerei vor.

Ausser dem Indigo ist das Berlinerblau in der Wollfärberei am gebräuchlichsten (s. Ferrocyankalium S. 388). Für geringere wollene und baumwollene Waaren gebraucht man auch Campecheholz (Blauholz), das man abkocht und mit Alaun, Weinstein und Kupfersulfat versetzt; im Handel kommt auch Blauholzextract vor**). Beim baumwollenen Garn dient häufig eine Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak als blaue Farbe.

---

*) In den Indigofera-Arten, Isatis tinctoria (Waid), Polygonum tinctorum u. s. w. ist ein Chromogen, Indican, enthalten, das als glucosidartiger Stoff durch Gährung in Zucker und Indigweiss zerfällt, welches an der Luft wieder in Indigblau übergeht.

**) Bei Hölzern muss auf besondern Mühlen ein Zerkleinern vorausgehen. Die Natur des Staubes, der sich hierbei entwickelt, richtet sich natürlich nach den Bestandtheilen des Rohmaterials; Sandelholz soll am meisten zum Husten reizen. Fast nie werden aber auf Mühlen Schutzmassregeln, die oft sehr nothwendig sind, angewendet. Beim Abdampfen der Abkochungen ist die Verflüchtigung etwa giftiger Dämpfe zu berücksichtigen; so entwickelt sich z. B. bei der Darstellung des Quassiaextracts im Grossen Quassiakampher, der sich während des Abdampfens mit den Wasserdämpfen verflüchtigt und narkotische Eigenschaften äussert. Hiermit hängt, nebenbei bemerkt, die Wirkung des Quassia-Fliegenpapiers zusammen, welches übrigens häufig auch arsenhaltig ist.

Wird Catechu in Europa durch Extraction mit siedendem Wasser und durch Behandeln mit Schwefelsäure einer Reinigung unterworfen, so entwickeln sich eigenthümliche Riechstoffe mit narkotisirender Wirkung.

Die holzigen Rückstände bei der Farbholzextraction werden nach dem Trocknen als Brennmaterial oder zur Darstellung von Essigsäure benutzt.

Die Pflanzenüberreste bei der Benutzung von frischen Pflanzentheilen gehen sehr leicht in Fäulniss über und müssen stets mit Kalk versetzt werden, um die übel-

In der Seidenfärberei haben das Anilinblau und Anilinviolet die Orseille verdrängt, die in Teigform in den Handel kommt, getrocknet, gemahlen und gebeutelt aber Persico oder Cudbeard genannt wird.*)

Zum **Gelbfärben** der Wolle werden der Wau (Reseda luteola), das Gelbholz (gelbes Brasilienholz), das als Cubaextract in den Handel kommt, die Avignonkörner von Rhamnus tinctoria und die Pikrinsäure benutzt: bei der Baumwolle verwendet man ausser den genannten Stoffen namentlich noch die Quercitronrinde (von Quercus tinctoria), Orlean und die Gelbbeeren, während in der Seidenfärberei vorzüglich Wad und die Pikrinsäure die gelben Pigmente liefern.

Beim **Rothfärben** nimmt bei der Wolle und Baumwolle der Krapp eine hervorragende Stelle ein.**)

Zur Darstellung des Türkischroths oder Adrianopolroths ist der Krapp schon seit Jahrhunderten benutzt worden und zwar auf ganz empirische Weise, da über die Theorie dieser Färberei auch jetzt noch nicht die Ansichten übereinstimmen.

Man unterscheidet hierbei vier Operationen:

1) Das Beizen des Garns mit Oel geschieht in dem sogen. Kuhkothbade, einer Mischung von saurem Olivenöl, Pottasche, Schafkoth und Wasser, und in dem Weiss- oder Hauptölbade, einer Mischung von Olivenöl, Pottasche und

---

riechenden Gase und Dämpfe zu zerstören. Ueberreste verschiedener Giftpflanzen exhaliren auch narkotisirende Dämpfe: durch Kalkzusatz bildet sich Ammoniak und der Fäulnissprocess schreitet ohne weitere Belästigung fort.

*) Orceïn ist der Hauptbestandtheil der Orseille, eine schwache Säure, die aus dem Zersetzungsproducte (Orcin) vieler Flechtenarten (Roccella, Evernia, Parmelia) mittels Ammoniak dargestellt wird. Die Flechten werden gesiebt, gewaschen und mit Mühlsteinen gemahlen. In den Mühlen waltet ein höchst feiner, Alles durchdringender Staub, dem die Arbeiter vollständig ausgesetzt sind: eine specifisch nachtheilige Wirkung hat er nicht, denn viele Arbeiter bleiben in dieser Staubatmosphäre anscheinend gesund. Die gemahlene Masse wird in muldenförmigen Holzkasten mit gefaultem Urin behandelt: dieser könnte gut durch wässriges Ammoniak ersetzt werden. Man verschliesst die Kasten und setzt nach einigen Tagen Aetzkalk zu, um ein Freiwerden des Ammoniaks im Urin, namentlich die Extraction der Chromogene und ihre Spaltung in Orceïn zu bewirken.

Nicht selten setzt man Arsen und Alaun zu, um angeblich die Gährung zu mässigen, wahrscheinlich auch um der Farbe mehr Ton zu geben. Nach beendigter Reaction lässt man die Teigmasse noch mehrere Wochen in den Kasten liegen, um sie als Paste in den Handel zu bringen.

Die Orseille wird in der Wollfärberei mit Weinsäure, in der Seidenfärbere mit Salzsäure gelöst.

**) Krapp, die Wurzel der Färberröthe (Rubia tinctorum), war schon den Griechen und Römern bekannt: sie enthält ein Glycosid (Ruberythrinsäure), welche mit Fermenten behandelt in Zucker und Alizarin zerfällt. Alizarin ist eine schwache Säure und verbindet sich in der Türkischrothfärberei mit der Thonerde zu einer unlöslichen Verbindung, die in der Pflanzenfaser selbst entsteht: an der Luft oxydirt es sich zu Purpurin.

Auf den Krappmühlen sind die Arbeiter in Krappstaub eingehüllt, ohne dass ihre Gesundheit dadurch benachtheiligt wird. Reizender wirkt der Staub des holländischen Krapps, der in einem Ofen vollständig gedörrt wird, ehe er auf die Mühlen kommt, während namentlich der elsässer Krapp in besondern Trockenhäusern bloss getrocknet wird. Krappblumen bereitet man durch Auswaschen und Gährenlassen des gemahlenen Krapps; aus den Krapprückständen stellt man Garanceux grade wie Garancin dar.

Als Krapp-Präparate kommen im Handel das Garancin und die Krappblumen vor. Die Darstellung von Garancin (Krappkohle, Charbon sulfurique) beruht auf der Einwirkung heisser verdünnter Schwefelsäure auf Krapp, um den Zucker und einige durch Schwefelsäure löslich gewordene Körper zu entfernen: Krapp-Spiritus kann aus diesem gährungsfähigen Zucker gewonnen werden. Bei der Garancinfabrication unterscheidet man a) das Kochen des Krapps mit verdünnter Schwefelsäure, wozu man gewöhnlich die Kammersäure benutzt, b) das Auswaschen von Garancin, c) das Auspressen, d) das Trocknen in Trockenräumen bei einer Temperatur von 50—60° C. Beim spätern Mahlen, Beuteln und Verpacken ist es der Staub, welcher die Arbeiter sehr belästigen kann, wenn er auch nicht specifisch einzuwirken vermag. Ausserdem sind die Waschwässer wegen ihres Gehaltes an Kammersäure sehr beachtenswerth: sie dürfen daher niemals frei abgelassen, sondern müssen vorher mit Kalk oder Eisenabfällen versetzt werden.

Wasser. Hierdurch wird die Baumwollfaser höchst wahrscheinlich animalisirt (siehe Albumin).

2) Zum Galliren (Schmacken, Sumachen) dient eine Abkochung von Galläpfeln oder Sumach; die gallirte Baumwolle wird alsdann in einer Alaunlösung, welche mit Natriumcarbonat neutralisirt worden, bearbeitet, getrocknet und nochmals in der Alaunlösung bearbeitet. Die Verbindung von ölsaurer und gerbsaurer Thonerde, welche bei diesem Processe entsteht, befördert jedenfalls noch die Fixirung der Krappfarbstoffe auf die Baumwollfaser.

Hierauf folgt 3) das Ausfärben oder Krappen mit einer Abkochung von Krapp; 4) das Schönen durch Erhitzen mit Seifenlösung, Zinnchlorür und Salpetersäure.

In der Seidenfärberei werden vorzugsweise Fuchsin, weniger Safflor, Orseille und Cochenille*) benutzt.

Zu Theerfarbstoffen hat ebenfalls die Wolle eine grosse Verwandtschaft; sie kommen hierbei in allen verschiedenen Arten zur Verwendung.

Zum **Grünfärben** gebraucht man die Verbindung von Gelb und Blau. Man färbt die Wolle zuerst blau, siedet sie mit Weinstein und Alaun und benutzt dann eine Farbeflotte von Gelbholz oder Wau. Anilingrün dient zur Seidenfärberei; Catechu liefert mit Eisenoxydsalzen schöne grüne Niederschläge und lebhaft grüne Muster auf Leinen und Kattun. Bei der Baumwolle benutzt man die Vitriolküpe und Quercitron.

Beim **Schwarzfärben** gelangen die baumwollenen Gewebe zuerst in die Vitriolküpe, dann in eine Beize von holzessigsaurem Eisen und zuletzt in eine Farbenbrühe von Galläpfeln und Blauholz. Aechtes Wollschwarz wird durch Brenz- oder Pyrocatechusäure dargestellt; das Extract von Sumach wird zum Schwarzfärben von Seide und Wolle benutzt. Die wollenen Tücher bringt man zuerst in die Waidküpe; nach dem Auswaschen werden sie in einem Bade von Sumach und Blauholz gekocht und schliesslich mit Eisensulfat oder holzessigsaurem Eisen versetzt. Aehnlich ist das Verfahren in der Seidenfärberei; das Schwerschwarz wird hier häufig durch ein gerbsäurehaltiges Bad von Knoppernextract erzeugt, durch welches man die Seide zieht und dann mit Eisensalzen ausfärbt; man beabsichtigt hierdurch ein Erschweren der Seide, welches mit der Eigenschaft der Gerbstoffe, sich mit der thierischen Substanz innig zu vereinigen, zusammenhängt.**)

Mit Anilinschwarz färbt man gegenwärtig Seide und Baumwolle, letztere bedarf aber bei allen Anilinfarben einer besondern Beize (Tannin in Alkohol) (oder des Animalisirens durch Albumin und Casëin (s. Albumin und Casëin).[1])

---

*) Cochenille besteht aus den getödteten, getrockneten Weibchen von Coccus cacti; ihr Farbstoff heisst Carminsäure, der beim Kochen mit verdünnten Säuren in Carminroth zerfällt. Die Präparate aus der Cochenille heissen Carminlacke und werden durch Präcipitiren des Farbstoffs mittels Thonerdehydrats dargestellt: ein Zusatz von Zinnchlorid führt die Farbe mehr in's Scharlachrothe über. Metallische Abfallwässer kommen hierbei nicht vor, da man schon aus pecuniärem Interesse die Zinnsalze wieder gewinnt. Diese Lacke werden übrigens meist zum Anstreichen benutzt. Zur Fabrication der Kugellacke benutzt man Rothholz, ein Collectivnamen für Fernambuk (Brasilienholz) und Sapanholz. Alle Lacke enthalten oft Arsen und sollten nie zum Färben von Genussmitteln gebraucht werden.

Safflor besteht aus den getrockneten Blumenblättern von Carthamus tinctorius und kann auf Seide und Baumwolle ohne Beize als blasskirschrothe Farbe aufgefärbt werden.

**) In der Färberei hat man die Gerbstoffe für das praktische Bedürfniss nach ihrem Verhalten gegen Eisensalze eingetheilt, da die einen diese schwarzblau und die andern grün fällen. Man hat deshalb in der Technik seit langer Zeit eisenbläuende (Galläpfel, Sumach u. s. w.) und eisengrünende Gerbstoffe (Catechu, Kino, Tannenrinde u. s w.) unterschieden, obgleich diese Eintheilung wissenschaftlich nicht begründet werden kann.

Thierhäute.

Die Thierfaser bildet den Uebergang zu den Thierhäuten, deren Präparation zu Leder Gerben, Beizen und Färben erfordert. Die Gerberei ist, insofern die Gerbemittel in die Poren der Haut eindringen und die einzelnen Fasern umgeben, eigentlich Färberei.

Es sind schon mehrere Farbstoffe erwähnt worden, die ätherartige Verbindungen von gährungsfähigem Zucker mit andern Körpern enthalten und Glucoside genannt werden; sie zerfallen in Zucker und in ihren zweiten Bestandtheil, wenn sie mit Säuren und Alkalien behandelt werden und schliessen sich somit an die Kohlehydrate an. Zu den Glucosiden gehören auch die Gerbsäuren, die sich in den Gerbstoffen befinden und die Eigenthümlichkeit besitzen, dass sie Eiweiss- und Leimlösungen fällen, mit thierischen Häuten zusammengebracht, Leder geben und deshalb ausser in der Färberei namentlich in der Lohgerberei zur Anwendung kommen, obgleich der Process der Gerberei vielfältig nur als ein physicalischer Vorgang betrachtet wird; besonders ist Knapp der Ansicht, dass sich Leder nur dadurch von der Haut unterscheidet, dass die Fasern beim Trocknen nicht mehr zusammenkleben. Uebrigens unterliegt es keinem Zweifel, dass die Gerbstoffe auch als fäulnisswidrige Substanzen wirken.[1])

Zu den Gerbstoffen gehören 1) die Galläpfel, die durch den Stich der Gallwespe (Cynips gallae tinctoriae) an den Blättern von Quer. infect. entstehen; Eichgalläpfel kommen auf verschiedenen Eicharten vor; chinesische Galläpfel stellen walzenförmige Anschwellungen dar, die sich auf einer Rhusart bilden.

2) Die Knoppern bilden sich beim Stich eines der Gallwespe verwandten Insects (Cynips quercus calycis) in dem Kelch gewisser Eichenarten.

3) Der Sumach, Schmack, besteht aus den zerriebenen Blättern und Blattstielen verschiedener Rhusarten (Rhus coriaria und cotinus); er dient besonders zur Bereitung von Saffian, von feinem Oberleder und feinen Pelzwaaren. Beim Eindampfen eines wässrigen Auszugs verflüchtigen sich reizende Bestandtheile, welche bei den Arbeitern Schwellung des Gesichts erzeugen können; Aufschläge von Essig lindern die Schwellung am besten. Der Staub des Extracts (Sumach-Gummi) erzeugt auf der Haut Blasen.

Beim Gerben der Felle zu Saffian unterliegt der Sumach vorher einem Gährungsprocesse, wobei das scharfe Princip verloren geht; deshalb werden auch die Arbeiter bei der Anwendung eines solches Sumachs nicht belästigt.

Im Handel kommt der Sumach fein pulverisirt in Zwillich-Säcken verpackt vor; ist die Verpackung mangelhaft, so leiden die Arbeiter beim Tragen der Säcke in Folge des einwirkenden Staubes fast stets an erysipelatösen Hautreizungen, die sich oft weit ausdehnen können.

4) Die Eichenrinde spielt als Lohe in der Gerberei eine grosse Rolle.

5) Dividivi oder Libidibi sind braunrothe, rauhe, etwa 2 Zoll lange Schoten von Caesalpina coriaria in Südamerika. 6) Catechu und Kino.

Gerberei.

Nach der verschiedenen Behandlung der Häute unterscheidet man a) die Lohgerberei, b) die Weissgerberei und c) die Sämischgerberei.

A. Lohgerberei.

Dem eigentlichen Lohgerben gehen mehrere Processe vorher, welche die Haut zur Aufnahme des Gerbstoffs befähigen.

1) Das Einweichen der Häute geschieht namentlich bei gesalzenen und getrockneten Häuten und zwar durch längeres Liegenlassen in Wasser: gebraucht man dazu fliessendes Wasser, so ist zu beachten, dass die dabei entstehenden Fäulnissproducte nachtheilig auf die Fischzucht wirken, besonders in kleinen Bächen mit geringer Strömung. Geschieht dies Einweichen bei trocknen Häuten in Bottichen, so nehmen die sogen. Weichwässer einen höchst widerlichen Geruch an und dürfen niemals frei abgelassen werden; ein Zusatz von Kalk in Klärbottichen ist absolut nothwendig; höchstens können sie unvermischt zur Anfeuchtung der verbrauchten Lohe benutzt werden, wenn aus dieser sogenannte Lohkuchen angefertigt werden.

2) Das Reinigen der Fleischseite geschieht auf dem Schabebaum. Die Abfälle dürfen nicht lange frei liegen bleiben, damit sie nicht in Fäulniss gerathen; sie müssen sofort gekälkt werden, wenn sie als Leimgut in den Handel kommen sollen. Hierauf gelangen die Häute nochmals zum Auswaschen oder auch zum Walken in Bottiche.

3) Das Reinigen der Haar- und Narbenseite oder das Abhaaren. Um die Epidermis mit den Haaren vollständig zu entfernen, bedarf es einiger vorbereitender Operationen und zwar der Kälkung oder des Schwitzens.

a) Behufs der Kälkung gebraucht man Aescher, d. h. mit Kalkmilch gefüllte Bottiche, wobei der Kalk wahrscheinlich mit der Fettsubstanz eine Kalkseife bildet; dieses Kälken wendet man gewöhnlich für leichtere Ledersorten an.

b) Das Schwitzen findet bei dicken, für Sohlenleder bestimmten Häuten statt und besteht in einer von selbst erfolgenden Gährung (Schwitzen); es geschieht in sogenannten Schwitzkammern oder auch in Kasten (Schwitzkasten), welche durch Einbetten in Pferdemist und Lohe bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmt und längere Zeit auf derselben erhalten werden. Es entwickeln sich alle Producte der Fäulniss thierischer Substanzen vom Schwefelammonium an bis zu den flüchtigen Fettsäuren und den Aminbasen.

Das Betreten der Schwitzkammern muss stets mit der gehörigen Vorsicht geschehen und soll man sich so bald als möglich aus denselben entfernen. In den Schwitzkammern wird durch directe Feuerung oder frei einströmende Wasserdämpfe eine Temperatur von 30—50° C. erzeugt; in manchen Städten sind sie in tiefen Kellern angebracht, wo die Lufterneuerung sehr schwierig zu bewerkstelligen ist; die ganze Procedur ist dann noch mit weit grössern sanitären Nachtheilen verbunden.

Die Deckel der Versatzgruben oder Schwitzkasten kann man mit einem Kalkwasserverschluss versehen, um wenigstens während des „Schwitzens" den Austritt der Gase zu verhüten, namentlich wenn die Behälter an einem mässig warmen und geschlossenen Orte aufgestellt sind.

Man sollte niemals versäumen, die Häute auf der Fleischseite, ehe sie zum Schwitzen gelangen, mit Kochsalz einzureiben oder mit etwas Holzessig oder Carbolsäure zu tränken, um die Fäulniss nur auf den nothwendigsten Grad zu beschränken. Ganz besonders ist beim Oeffnen der Versatz- oder Schwitzkasten die grösste Vorsicht nöthig, damit die Arbeiter nicht direct von den entweichenden Gasen getroffen werden; sogar Todesfälle können die Folgen dieser Unvorsichtigkeit sein. Selbst beim nachträglichen Reinigen solcher Kammern oder Kasten sollte man durch Einleiten von Wasserdämpfen oder wenigstens durch Einschütten von Wasser alle schädlichen Gase entfernen, ehe man den Arbeitern den Zutritt gestattet. Schwitzkammern, welche man durch einströmende Wasserdämpfe erwärmt, haben deshalb den grössten Vorzug, weil sich mit der Condensation der Wasserdämpfe auch die schädlichen Gase und Dämpfe niederschlagen.

Nachdem die Häute dem Abpälen unterworfen, d. h. auch von den Haaren befreit sind, heissen sie Blössen.

4) Das Schwellen oder Treiben der Blössen bezweckt eine vollständige Auflockerung des Hautgewebes, um das Eindringen des Gerbstoffs beim nachfolgenden Gerben zu ermöglichen. Die rothe Schwellbeize, d. h. alte, durch Essig-, Butter-

Propionsäure sauer gewordene Lohbrühe, wird bei den für Sohlenleder bestimmten Häuten benutzt.

Die weisse Schwellbeize, welche man durch saure Gährung von Gerstenbrot oder Weizenkleie darstellt, enthält hauptsächlich Milchsäure neben Butter- und Propionsäure und dient zur Wegschaffung des den Häuten aus dem Aescher anhaftenden Kalk's. In einigen Gegenden benutzt man hierzu auch die Excremente von Hühnern, Tauben und Hunden, welche man in Wasser aufweicht. Die sich bildenden Ammoniumsalze werden bei Gegenwart eines Ferments oder einer überschüssigen alkalischen Basis in Salpetersäure verwandelt, die mit dem Kalke ein lösliches Salz bildet, ein Verfahren, welches den Adjacenten die grösste Belästigung bereitet und mit höchst übelriechenden Abfallwässern verbunden ist.

Neuerdings hat man auch verdünnte Schwefelsäure (1 : 15000) zum Schwellen vorgeschlagen; die beschleunigte Wirkuug findet aber hierbei nur auf Kosten der Güte des Leders statt.

Nach der hinreichenden Schwellung gelangen die Blössen in eine schwache Lohbrühe, in das Farbwasser, womit der Gerbeprocess beginnt.

Das **Gerben der geschwellten Blössen** besteht in einer Sättigung derselben mit Gerbstoff und wird nach 2 Methoden ausgeführt:

1) Das Einsetzen in Gruben. Man bringt die Häute in abwechselnden Schichten mit Lohe in viereckige, mit eichenen Bohlen wasserdicht hergestellte Gruben oder auch in runde Bottiche von hinreichender Grösse; die Dauer der Einwirkung des Gerbstoffs richtet sich nach der Natur der Häute und variirt zwischen 2 Monaten und 2 Jahren.

2) Das Gerben in der Lohbrühe geschieht vorzugsweise bei schwächern Häuten, welche man in Lohbrühen von progressiv zunehmender Stärke bringt.

Die sogenannte Schnellgerberei geht von dem Princip aus, das Eindringen der Lohbrühe in die Häute so viel als möglich zu befördern, wozu man z. B. die Circulation der Gerbflüssigkeit, den hydrostatischen Druck, den luftverdünnten Raum, den mechanischen Druck u. s. w. benutzt hat.

In sanitärer Beziehung ist der Umstand zu beachten, dass man sich sehr vor der Berührung der sauren Lohbrühe mit den Aeschern zu hüten hat, wenn zum Kälken Gaskalk benutzt worden ist, weil sich in diesem Falle die gefährlichsten Gase, Schwefelwasserstoff, Blausäure und Kohlensäure, entwickeln. Mehrere hierdurch veranlasste Todesfälle in einer Lohgerberei zu Berlin gaben zu einer Verfügung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 9. Juli 1856 Veranlassung, in der auf die grosse Gefahr, welche durch die Vermischung der sauren Lohbrühen mit Gaskalk entsteht, aufmerksam gemacht wird.

Saffian, Maroquin oder türkisches Leder wird aus den Häuten von Böcken, Ziegen, Schafen und Kälbern dargestellt. Zum Gerben gebraucht man nur Sumach, mit welchem man zwei zu einem Beutel zusammengenähte Felle theilweise füllt; diese werden in einer warmen Sumachbrühe aufgehängt und bewegt. Hierbei entwickeln sich eigenthümliche, betäubend wirkende flüchtige Körper neben vielen Wasserdämpfen, welchen die Arbeiter stundenlang ausgesetzt sind; es ist daher absolut nothwendig, dass diese Arbeit unter einem gut ziehenden Rauchfang vorgenommen wird.

Die verschiedenen Gerbstoffe bedingen die verschiedenen Arten von Leder, wie Corduanleder (Rhus cotinus), das sich vom Saffian durch grössere Stärke und natürliche Narbe unterscheidet, dänisches Leder (Weidenarten) Juchten (Birken- und Fichtenrinde).

Das Zurichten des lohgaren Leders. Unter den verschiedenen Manipulationen, (Hämmern, Falzen, Schlichten, Krispeln), die sich nach der Beschaffenheit des Leders richten, ist noch das Einfetten, Schmieren, Tränken mit Leberthran, Talg und Degras (Gerberfett) zu erwähnen, das gewöhnlich mit den noch nassen gegerbten Häuten vorgenommen wird.

Das **Färben** geschieht vorzugsweise bei den Saffianen, und zwar nach 2 Methoden:

a) Das Färben aus dem Troge wird bei den ächten, aus Ziegenfellen dargestellten Saffianen (Maroquins) in der Weise vorgenommen, dass man die gegerbten Felle, mit der Aussenseite nach innen, der ganzen Länge nach zusammenlegt und in einem Bade von 60° C. hin und her bewegt. Man benutzt zum Rothfärben meist Kermesbeeren.

b) Das Färben mit der Bürste geschieht bei den unächten, aus Schaffellen dargestellten Saffianen und zwar mittels Pflanzen- und Metallfarben.

Für das Juchtenleder benutzt man in Russland zum Rothfärben eine Abkochung von Sandelholz und Fernambuk, zum Grünfärben Kupferhammerschlag; für das Schwarzfärben des gewöhnlichen Schuhleders dient frische Lohbrühe in Eisenbrühe und etwas Kupfervitriol.

Lackirtes Leder. Auf lohgares, nicht eingefettetes, auf Holzrahmen ausgespanntes Leder wird ein schwarzer, dickflüssiger Lackfirniss aufgetragen; in einem bis zu 50° C. erhitzten Raume muss derselbe so dünnflüssig werden, dass er sich auf dem Leder gleichmässig ausbreitet und eintrocknet. Für farbige lackirte Lacke gebraucht man dünnflüssige Lacke und einen geringern Hitzegrad; die Arbeiter brauchen aber in den Heizräumen nicht lange zu verweilen.

B. Die Weissgerberei.

Bei der Weissgerberei, welche sich mit der Darstellung des weissgaren Leders beschäftigt, sind dieselben Vorarbeiten wie bei der Lohgerberei erforderlich. Man gebraucht dazu die Hammel-, Schaf-, Ziegen- und Leimfelle, seltner Kalbs- und Rehhäute; sie werden statt mit Gerbstoff mit Alaun gar gemacht, indem die Leimsubstanz durch die Aufnahme der Thonerdesalze vor Fäulniss geschützt wird.

Man unterscheidet drei verschiedene Arten der Weissgerberei: 1) Die gemeine Weissgerberei. Sie beschäftigt sich mit der Verarbeitung der Hammel-, Schaf- und Ziegenfelle; werden sie dem Gerber mit der Wolle überliefert, so handelt es sich vorzüglich um den Gewinn der letztern, der sogenannten Gerber- oder Raufwolle.

Das Einweichen, die Reinigung der Fleischseite und das Enthaaren geschieht wie bei der Lohgerberei.

Die mit Wolle noch versehenen Häute werden geschwödelt oder geschwedelt, d. h. auf der Fleischseite mit Kalkbrei bestrichen; die Felle werden dann mit der Fleischseite nach innen zusammengefaltet und in einem Bottich so lange aufeinander geschichtet gehalten, bis die Wolle los geht.

Meist verbindet man den Kalk mit Schwefelarsenik (Operment), eine Verbindung, welche das Rhusma der Orientalen darstellt und die Bildung von Schwefelcalcium-Schwefelarsen veranlasst; gewöhnlich werden 30 Pfund Kalk abgelöscht und mit 2 Pfd. Auripigment vermischt.

Statt Rhusma wird gegenwärtig Einfach-Schwefelcalcium vorgezogen, welches man durch Glühen von Gips und Kohle erhält; auch das durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in Kalkmilch dargestellte Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium eignet sich hierzu. Neuerdings wird der Gaskalk wieder zum Enthaaren vorgezogen; er muss aber wegen seines häufig hohen Gehaltes an Cyanverbindungen, welche schon durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure Blausäure entwickeln, mit der grössten Vorsicht behandelt werden; um so mehr werden sich Schwefelwasserstoff und Blausäure entwickeln, wenn er mit Alaunlösung oder andern sauren Flüssigkeiten in Berührung kommen sollte.

Behandlung im Aescher. Die enthaarten Felle, d. h. die Blössen, werden dann im Aescher behufs vollständiger Entfernung des Fettes behandelt; gewöhnlich gebraucht man die sogenannten faulen Aescher, welche in Folge des häufigen Gebrauchs reich an thierischen, in Fäulniss übergegangenen Substanzen und deshalb ammoniakreich sind. Es kommt daher häufig noch ein Verfahren vor, welches für die Nachbarschaft höchst belästigend ist; man benutzt nämlich Hundekoth, der in einer Grube mit Wasser dem Fäulnissprocess anheimfällt, bis die Flüssigkeit gelbbraun wird, Ammoniakbildung stattfindet und alle Zeichen einer hochgradigen Fäulniss vorhanden sind. In diese Brühe gelangen alsdann die Blössen, um die Beseitigung aller Weichtheile zu befördern und zu beschleunigen; in kleinen Gerbereien wird täglich wenigstens ein gewöhnlicher Eimer voll Hundekoth benutzt. Die Abfallwässer haben einen entsetzlichen Geruch und dürfen niemals direct und ebensowenig in Schlinggruben abgelassen werden. Gerbereien dieser Art sollten nie in Städten oder Vorstädten geduldet werden.

Zum gänzlichen Entkalken dienen das Schwellen, d. h. die Benutzung einer Kleienbeize, sowie das Auswascheu.

Das Gerben findet in einer Brühe von Alaun, Kochsalz und warmem Wasser statt. Um essigsaure Thonerde einwirken zu lassen, gebraucht man bisweilen auch Alaun und Bleizucker, wobei das abfallende Bleisulfat zu beachten ist; durch die nachfolgende Appretur (Stellen, d. h. Recken nebst Glätten) erhält man Weissleder, das als Schuhfutter benutzt wird.

2) Die ungarische Weissgerberei. Man gebraucht dazu dicke Ochsen- und Büffelhäute oder schwächere Kuh- und Pferdehäute, je nachdem man starkes Pferdegeschirr, wie namentlich in Frankreich, oder nur Riemen u. s. w. daraus bereiten will.

Die Manipulationen sind im Allgemeinen dieselben, nur geschieht das Enthaaren

stets mittels des Putzmessers. Nach dem Stellen oder Recken werden sie häufig mit Talg getränkt.

3) Die französische oder Erlanger Weissgerberei. Sie befasst sich vorzüglich mit der Darstellung des weissgaren Handschuhleders; für die feinsten Sorten dienen die Felle der ganz jungen Ziegen, für geringere die Felle der Lämmer, zu Schuhwaaren die Felle junger Kälber, zum Waschleder Hirsch- und Gemsefelle.

Die Vorbereitungsarbeiten unterscheiden sich nicht von den oben angeführten, dagegen besteht der Gerbebrei aus einer eigenthümlichen Mischung von Weizenmehl, Alaun, Kochsalz und Eidotter oder Olivenöl; nicht selten setzt man bei feinem Glaçéhandschuhleder noch Urin hinzu (s. S. 233).

In den Oelemulsionen werden die Felle häufig durch Treten gewalkt, wenn man hierzu nicht Walzen benutzt. Die übrigen Proceduren (Glätten, Appretiren) wiederholen sich auch hier.

Das Färben des weissgaren Handschuhleders geschieht meist auf der Narbenseite und zwar mit vegetabilischen und mineralischen Farbstoffen, wie Orleans, Berberis, Quercitron, Indigo, Farbhölzern, Anilinfarben, Eisen- und Kupferoxyd, nachdem sie vorher gewaschen und mit Urin behandelt worden sind.

C. Die Sämisch- oder Oelgerberei.

Die Sämischgerberei ist die ursprünglichste Form der Gerberei und findet sich schon bei sehr uncultivirten Völkern; die Häute werden hierbei mit Fett oder Thran bearbeitet, welches sich auf eine eigenthümliche Weise mit der Hautfaser verbindet. Da sich ein auf diese Weise dargestelltes Leder waschen lässt, so nennt man es auch Waschleder. Man gebraucht fast alle Felle, speciell aber die Häute von Hirschen, Rehen, Hammeln, Schafen, Kälbern dazu; selbst die Ochsenhäute werden in dieser Weise behandelt, wenn man daraus Riemen, Koppeln oder Bandeliers für das Militär fabriciren will.

Die vorbereitenden Arbeiten sind dieselben wie beim alaungaren Leder, nur mit dem Unterschiede, dass beim Enthaaren gleichzeitig die Narbe mit einem stumpfen Messer auf dem Streichbaum „abgestossen" wird.

Dann gelangen sie in die Kleienbeize, in die Walke und in die Wärmkammer, in welcher durch die Oxydation des Oels eine Art Gährung eintritt, indem sich die Fette in die entsprechenden Säuren und in Glycerin abspalten. Die letztere Behandlung nennt man in der Technik das „Färben in der Braut".

Zur Entfernung des mechanisch beigemengten Oels werden die Felle mit einer Lösung von Pottasche oder mit Walkererde behandelt; die abfliessende Brühe ist die Weissbrühe, Gerberfett, Degras und dient zum Bleichen des sämischgaren Leders. In einigen Gerbereien versetzt man die ölige Brühe mit Schwefelsäure, um das Fett wieder zu gewinnen; in diesem Falle dürfen die sauren Abfallwässer nicht frei abfliessen.

Pergament. Zur Darstellung des Pergaments benutzt man hauptsächlich die Häute des Esels, des Kalbes, Schafes, Schweines u. s. w., welche, wie beim alaungaren Leder, bis zur Kleienbeize vorbereitet, dann ausgespannt und gehörig ausgestrichen werden. Pergament stellt somit eigentlich nur die getrocknete Haut der Thiere dar und unterscheidet sich vom Leder entschieden dadurch, dass es nicht gegerbt ist.

Nach der verschiedenen Verwendung erhält das Pergament noch eine besondere Zubereitung durch Einreiben von Kreidepulver. Das Oelpergament erhält einen Anstrich von Oelfirniss und Bleiweiss, ein Umstand, der für die Arbeiter und für die spätere Benutzung zu beachten ist.

Künstiches Chagrain, Shagreen. Das orientalische ächte Chagrain wurde ursprünglich aus der Haut des Haifisches dargestellt; jetzt benutzt man auch Pferde- und Eselhäute. Zum Grünfärben gebraucht man in der Regel Kupferfarben.

Künstliches Leder wird aus Baumwollgespinnsten, Leinöl, Baryt, Asphalt, Bienenwachs, Kork u. s. w. bereitet. Boulinikon ist ein Deckenstoff aus Leder, Wollabfällen und Haaren; Linoleum und Kamptulikon sind ähnliche künstliche Producte.

Die **Pelzgerberei** stellt eine unvollständige Weissgerberei dar und bezweckt, die feinen Poren, in welchen die Haarwurzeln stecken, zu verengern, um dadurch das Ausfallen der Haare zu verhüten.

Die vorbereitenden Acte bestehen in einem sorgfältigen Waschen der Felle mit Seifenwasser und reinem Wasser. Nach dem Trocknen folgt das Einschmalzen, d. h. das Einreiben der Fleischseite mit Butter, Oel oder Schmalz; dann gelangen sie in die Trampeltonne oder in eine Walke; in ersterer werden sie mit Füssen getreten.

Die Schwellbeize besteht aus Mehl, Schrot oder Kleie, Sauerteig und Wasser; bei der hierbei entstehenden sauren Gährung entwickelt sich viel Milchsäure, man kann daher auch direct saure Milch einwirken lassen.

Nach der Reinigung von Fleisch- und Schmutztheilen folgt das Gerben, wozu man Kochsalz und Alaun benutzt.

Das Läutern der Felle bezweckt die vollständige Entfernung des Fettes und aller Unreinigkniten. Die mit der Haarseite nach aussen gekehrten Bälge werden mittels kleiner Stöckchen geklopft, gewaschen u. s. w. und dann in den Tret- oder Wärmstock gebracht, eine mehrere Fuss hohe Tonne, deren Boden einen kupfernen, auf Füssen ruhenden und mittels glühender Kohlen erwärmten Kessel darstellt.

Hier werden die mit Sägespänen aus Acajouholz, Kleien, Häcksel, Heusamen u. s. w. auf ihrer Haarseite bestreuten Felle mit blossen Füssen derart bearbeitet, dass die Pelzwaaren eine beständig circulirende Bewegung machen. Diese Beschäftigung ist eine höchst ungesunde, da der mit feinen Haarpartikelchen gemischte Staub eine stark reizende Wirkung auf die Respirationsschleimhaut ausübt Man wendet daher vorzugsweise die Läutertonnen an, eine cylindrische Trommel, die von unten mittels glühender Kohlen erwärmt und langsam umgedreht wird; da sich auch hierbei viel Stanb entwickelt, so muss die Trommel in einem geschlossenen Raume stehen. Der Rest des Läuterpulvers wird noch durch Ausklopfen und Auskämmen weggeschafft, wobei abermals ein schädlicher Staub entsteht. Schliesslich wird die Fleischseite auf der Gerberbank ausgestrichen oder auch mit Bimstein abgerieben.

Bezüglich der für Naturaliencabinette zu verwendenden Thierbälge ist noch zu erwähnen, dass sie schon an Ort und Stelle der Jagd mit Arsenikseife bestrichen werden, weshalb man sich beim Aus- und Einpacken vor dem arsenhaltigen Staub hüten muss (s. S. 296).

Färben der Pelzwaaren. Dasselbe hat ein sanitäres Interesse, wenn metallische Mittel dazu gebraucht werden. So werden z. B. die sogen. Astrachan-Pelze, welche von jungen oder neugebornen Ziegen herstammen, immer in schwarzer Farbe geliefert, weshalb die weissen und gefleckten Felle schwarz gefärbt werden müssen. Holzfarben sind dazu nicht zulässig, weil dieselben auch die Haut schwarz färben würden; deshalb muss der Schwefelgehalt der Haare zur Färbung benutzt werden. Zu diesem Zwecke wird die Haarsubstanz mit einer alkalischen Bleioxydlösung zusammengebracht, damit sich eine Schwefelleber bildet, welche durch das Bleioxyd zersetzt wird, wobei sich schwarzes Schwefelblei in die Haarsubstanz niederschlägt; die Haut wird dadurch nicht gefärbt. Solche Pelze haben einen unerträglichen Geruch und sind häufig mit einem bleioxydhaltigen Staube behaftet, welchen man gern im Pelze lässt, um ihn vor Motten zu schützen.

Um Zobel-, Marder-, Fuchs-, Biber- und Otternfelle dunkler und dadurch werthvoller zu machen, werden sie zuerst mit einer Kalklösung mittels einer Bürste überstrichen. Nach dem Trocknen folgt auf diese Beize ein Anstrich von einer Mischung von Eisenvitriol, Salmiak, Spiessglanz, Silberglätte, Grünspan, Operment, Kochsalz und Buchenasche, nachdem diese Ingredienzen in kochendem Wasser aufgelöst worden sind. Die gelbliche Auflösung trägt man wiederholt auf, damit die Haarspitzen mehrere Stunden lang damit bedeckt bleiben.

Nach dem Trocknen folgt ein Anstrich mit einer Lösung von Galläpfelpulver und Eisenvitriol, hierauf mit einer scharfen Aschenlauge unter Zusatz von etwas Kalk. Die Felle werden alsdann getrocknet, mit Weizenkleie bestreut, sorgfältig ausgeklopft, gekämmt und gebürstet. Die letztere Procedur erfordert grosse Vorsicht wegen des metallischen Staubes, welcher sich hierbei entwickeln kann, wenn das Auswaschen nicht sorgfältig geschehen ist; jedenfalls müssen sich die Arbeiter dabei mit einem Tuche oder Schwamm Nase und Mund bedecken.

Um Kaninchenfellen eine zobelähnliche Farbe zu geben, wendet man das sogenannte Grünbad an, welches aus Eisenvitriol, Grünspan, Kupferasche und Urin besteht, sowie einen Anstrich mit einer Auflösung von Galläpfel und Eisenvitriol. Nach dem Trocknen wird wieder mit Kleien, Bürsten und Kämmen gereinigt, wobei der sich entwickelnde Staub sehr zu beachten ist.

Das Pelzfärben wird in Russland und Deutschland, vorzüglich in Wien, Leipzig und Hamburg betrieben; auch die Chinesen stehen im Rufe guter Pelzfärber.

Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in Gerbereien.

Betrachtet man zunächst die Loh- und gewöhnliche Weissgerberei, so hat man vielfach behauptet, dass die üblen Gerüche keinen schädlichen Einfluss auf die Arbeiter ausüben, weil die Macht der Gewohnheit die Wirkung

abschwäche. Dieser Auffassung ist aber nur mit grosser Einschränkung beizutreten, obgleich nicht Alles schädlich ist, was übel riecht; man muss vielmehr erst die Quelle des üblen Geruches zu erforschen suchen, um über die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit desselben ein Urtheil fällen zu können. Alle Aminbasen z. B. verbreiten einen höchst widerlichen Geruch, ohne dass hiermit stets eine grosse Gefahr verbunden ist, namentlich wenn es sich nicht um geschlossene Räume handelt. Die eigentlichen Fäulnissgase aber, unter denen besonders Schwefelammonium hervorzuheben ist, wirken um so verderblicher ein, wenn sie in einem mehr oder weniger geschlossenen Raume vorkommen; deshalb sind grade die Schwitzkammern oder Schwitzkasten in sanitärer Beziehung weit mehr zu beachten als jede andere Beschäftigung im Freien oder in luftigen Räumen, wo der Zutritt der frischen Luft die Fäulnissgerüche bedeutend vermindert.

Wenn man den Lohgeruch für Leute mit tuberculöser Anlage für heilsam erklärt hat, so ist einerseits zu beachten, dass auf die Arbeiter noch vieles Andere als der Lohgeruch einwirkt, während es andererseits erwiesen ist, dass Gerber gar nicht selten Opfer der Tuberculose werden. Nach den statistischen Angaben von Beaugrand[2]) kamen unter 171 Krankheitsfällen bei Lohgerbern 11, bei Weissgerbern 12 und bei Lederzubereitern 28 Fälle von echter Lungenschwindsucht vor. Nun ist aber der Begriff „Lederzubereiter“ ein sehr weiter; rechnet man zu denselben auch die Pelzgerber, so ist das Vorkommen der Lungenschwindsucht unter denselben nicht auffallend, weil die ganze Art dieser Beschäftigung mit den nachtheiligsten Einflüssen auf die Respirationsorgane verbunden ist und zwar um so mehr, als fast gar keine Vorsichtsmassregeln zum Schutze der Arbeiter hierbei zur Anwendung kommen. Bei statistischen Erhebungen ist daher eine genaue Kenntniss der Art der Beschäftigung erforderlich, um auch ihre Einwirkung auf den Organismus beurtheilen zu können; die Einsicht in die Fabricationsmethode ist ebenso wichtig wie die in die Krankheitslisten, um ein endgültiges Urtheil zu erlangen.

Es gibt bekanntlich viele kräftige Arbeiter in den Gerbereien*), weil überhaupt nur mit Körperkräften ausgerüstete Personen dieses Gewerbe wählen und weil andererseits die körperlichen Bewegungen und der vielfache Aufenthalt in freier Luft auch die Kräfte hebt, wenn eine hinreichende Ernährung dazu kommt.

Die Beschäftigung am Schabebaum ist keine anstrengende und der dabei stattfindende Druck auf die Unterleibsorgane kann bei einiger Vorsicht vermieden werden. Grössere Kraft erfordert das Falzen, Schlichten, Krispeln, Bimsen und Pantoffeln, Manipulationen, die zur Appretur des Leders gehören.

Lunel[3]) hat zwei Krankheitsformen beschrieben, die den Gerbern eigenthümlich sein sollen und eine auffallende Benennung haben; mit „Fingercholera“ werden Blutunterlaufungen an verschiedenen Stellen der Finger bezeichnet, die später in Geschwüre übergehen, während bei der „Nachtigall“ ein kleines Loch am Rande der Pulpa der Finger entsteht und Blutströpfchen aus den Capillargefässen der ergriffenen Finger sickern; dieses Uebel soll sehr schmerzhaft sein und zur zeitweiligen Unterbrechung der Arbeit nöthigen.

Bekannt ist es, dass namentlich Arbeiter, welche sich mit dem Rhusma beschäftigen, vielfach an Excoriationen und Geschwüren der Finger leiden; aber auch die Beschäftigung mit Kalk kann hierzu Anlass geben.

*) *Shakespeare* nimmt bekanntlich mit poetischer Licenz an, dass sie sich selbst im Grabe länger erhalten als Andere (s. Hamlet, 5. Act).

Ausser den durch Gaskalk möglicherweise entstehenden gefährlichen Gasen[4]) sind auch die narkotisirenden Dämpfe bei den Abkochungen von Sumach zu berücksichtigen; dazu kommt der metallische Staub bei der Präparation der gefärbten Pelzwaaren, so dass in der Gerberei sehr verschiedene Factoren zu berücksichtigen sind, welche die Gesundheit der Arbeiter gefährden können. Selten ereignet es sich, dass die Gerber an Pustula maligna leiden.[5])

Dagegen ist die Präparation des weissgaren Leder mit Urin, welche dem Färben vorhergeht, noch als eine höchst ungesunde Beschäftigung hervorzuheben, da eine entsetzliche Atmosphäre in den Arbeitsräumen herrscht, die um so nachtheiliger einwirken muss, als man namentlich während der kältern Jahreszeit Nichts für die Erneuerung der Luft thut (s. S. 233).

Die festen und flüssigen Abgänge der Gerbereien.

Alle Gerbereien sind für die Adjacenten belästigend und sollten daher stets aus den Städten verbannt werden, da auch bei den besten Einrichtungen üble Gerüche nicht ganz zu vermeiden sind. Selbst das Spülen der Felle in Flüssen und in öffentlichen Wasserläufen sollte verboten werden; es ist für diesen Zweck ein Spül-Bassin einzurichten, dessen Sohle mindestens 1 Meter unter der Sohle des Flusses liegen und durch eine feste Scheidewand vom Flusse getrennt sein muss. Die benutzten Wässer dürfen erst nach Versetzen mit Kalk und Absetzenlassen wieder abfliessen.

Die festen Abgänge bestehen aus den verschiedenen thierischen Abfällen, die vom Schabebaum, von den mit Kalk gekälkten, geschwitzten oder geweichten Häuten, ferner von dem Bodensatz der Kalkgruben und von der Lohe herrühren; sie sind für die Leimfabrication oder als Dung- und Brennmaterial verwerthbar, während die Hörner bekanntlich in die Knopf- und Kammfabriken wandern.[6])

Die Reste in den Gaskalkgruben müssen abgefahren und noch mit Aetzkalk versetzt werden, um den Schwefel als Oxysulfid zu binden und das Cyan resp. den Stickstoff in Ammoniak überzuführen.

Die flüssigen Abgänge bestehen vorzugsweise aus den Einweichwässern, aus dem flüssigen Theile der Kalkgruben, den ausgenutzten Lohbrühen und den arsenikalischen Abfallwässern der Weissgerbereien.

Die Einweichwässer können bei Bearbeitung der Lohabgänge zu Lohkuchen zum Anfeuchten mit benutzt werden.

Die einfachen Kalkwässer sind noch mit Resten von Haaren und Wolle verunreinigt; ihr Abfluss in stehende Gräben ist aber ohne Absetzenlassen nicht zu gestatten. Als Hauptbedingung muss überhaupt bei den Concessionsverleihungen die Anlage von wasserdichten Klärbassins vorgeschrieben werden, da ohne diese die mannigfachsten Belästigungen durch Gerbereien nicht zu beseitigen sind.

Die flüssigen Abgänge beim Gaskalk müssen vor dem Ablassen aus den oben angeführten Gründen ebenfalls mit Aetzkalk versetzt werden. Der flüssige Inhalt der faulen Aescher, Kleien- und Hundekothbäder der Weissgerbereien sollte mit Chlorkalk oder mit roher Manganlauge, wenn solche billig zu beziehen ist, versetzt werden. Ueberall liegt der Schwerpunct bei dem Ablassen der fauligen Wässer in dem vorhergehenden Ansammeln in wasserdichten Gruben, Versetzen mit einem Desinfectionsmittel und

Absetzenlassen, ehe der freie Abfluss stattfindet. Diese Gesichtspuncte sind stets zu beachten, wenn man den Grundsätzen der öffentlichen Gesundheitspflege gerecht werden will.

Die verbrauchten Lohbrühen dürfen nie in offenen Rinnsteinen abfliessen, auch nicht während der Nacht, wie durch einzelne Polizei-Verordnungen zugelassen wird; ihre Ableitung muss in geschlossenen Röhren geschehen, um schliesslich in Stadtcanäle oder in grössere Wasserläufe abzufliessen. In kleinern Bächen werden sie die Fischzucht zerstören und in stagnirenden Gräben Fäulnissprocesse herbeiführen. Zur Verhütung solcher Uebelstände müssen sie auf irgend eine Weise vorher gereinigt resp. einer Filtration durch Sand oder poröse Erde unterworfen oder mit Kalk behandelt werden.

Gerber, die auf dem flachen Lande wohnen, würden wohl thun, sämmtliche Abflusswässer zu sammeln und zur Berieselung der Aecker zu benutzen, da sie wegen ihres Gehaltes an stickstoffhaltigen Substanzen weit mehr Dungwerth als ein concentrirtes Canalwasser enthalten; diesen aus der Gerberei für die Landwirthschaft entstehenden Vortheil hat man bisher noch nirgends hinreichend gewürdigt, während durch die Verschleuderung dieser Abfälle ein grosses Capital verloren geht.

Die Abfallwässer beim Rhusma, die sich beim Abwaschen der geschwödelten Felle auf der Waschbank erzeugen, veranlassen zunächst die Entwicklung von Schwefelwasserstoff; es bleibt Einfach-Schwefelarsen (AsS_3) zurück, das aber durch Aufnahme von Sauerstoff in unterschweflige Säure und arsenige Säure verwandelt wird. Es tritt auch noch die im Operment stets frei vorhandene arsenige Säure hinzu; diese verbindet sich zwar mit dem Kalk zu unlöslichem arsenigsaurem Calcium, letzteres gelangt aber bei Gegenwart von Ammoniak, welches in den fauligen Flüssigkeiten niemals fehlt, wieder in Lösung. Es ist hier die Versetzung mit Eisensalzen nothwendig, damit sich unlösliches arsenigsaures Eisen bildet; erst dann ist ihr Abfluss in Wasserläufe mit hinreichender Strömung gestattet.

Das Conserviren der thierischen Häute.

Bleibt die frische thierische Haut sich selbst überlassen, so schrumpft sie zu einer trocknen Masse ein, welche bei geringer Wasserzufuhr wieder aufquillt und in die ursprüngliche Form zurückkehrt.

Das Aufbewahren resp. das Conserviren der thierischen Häute bildet einen bedeutenden Industriezweig.

Aufbewahrung durch Einsalzen. Die frischen Häute werden häufig durch Einpökeln oder Salzen präparirt, damit sie ohne Zersetzung transportabel sind und später gegerbt werden können: dies geschieht vorzugsweise in Buenos Ayres mit den Büffelhäuten.

Diese Häute werden vorher theilweise enthaart, mit Salz eingerieben und in Gruben gelegt, wobei aber oft widerliche Ausdünstungen entstehen: sie werden später getrocknet und kommen als gesalzene Wildhäute in den Handel.

Das Lagern der gesalzenen Häute erfordert eine grosse Aufmerksamkeit, weil sie alle Mauern feucht machen, auch den Salpeterfrass erzeugen und daher Gebäude zerstören: auf Kellergewölben dürfen sie daher niemals lagern.

Aufbewahren der Häute durch Trocknen. Dies geschieht beim Schlachtvieh und bei den kleinern Viehsorten von Buenos-Ayres. Die Häute unterliegen mancherlei Störungen durch Insecten, was bei den gesalzenen nicht der Fall ist: so werden sie z. B. von den Larven verschiedener Speckkäfer nicht allein angefressen, sondern auch durchbohrt. Es ist der Fall vorgekommen, dass man sie deshalb mit einer Auflösung von arseniger Säure behandelt hat, wodurch aber bei Allen, die mit solchen Häuten in Berührung kamen, schmerzhafte Geschwüre entstanden.

Das Trocknen der Häute kann die grösste Belästigung bereiten; diese entsteht 1) durch die Verpestung der Luft in Folge der faulenden Weichtheile; bei regnerischen Tagen oder wenn die Häute faltig aufgehängt werden, macht sich der Geruch am meisten bemerkbar; 2) ist es die Ansammlung unzähliger Schmeisfliegen, welche die Nachbarschaft überfluthet. Diese beiden Uebelstände verbieten das Trocknen der frischen Häute in Städten.

Man würde die Belästigung um Vieles vermindern, wenn man die Fleischseite der Häute zuvor mit einer Lösung von Chlorkalk und Kochsalz oder mit Theerwasser, Carbolsäure u. s. w. behandelte.

Thierische Abfälle.

Die Verwerthung der thierischen Abfälle repräsentirt sehr bedeutende Industriezweige, die sich zunächst der Gerberei anschliessen und sich über die verschiedensten Substanzen erstrecken, deren Sammlung und Aufbewahrung meist im Kleinhandel betrieben wird.

Nachdem bereits das Haar des Schafes u. s. w., die Wolle, in der Textilindustrie einen Platz gefunden hat, verdient noch das Haar der übrigen Thiere eine besondere Erörterung.

Das Haar und seine Bearbeitung.

Die **Borsten** der Schweine, d. h. schlechte, dicke und steife Haare, werden durch Sortiren, Kochen, Schwefeln und Waschen mit Seifenwasser für verschiedene Zwecke präparirt.

Es kommen hier die allgemeinen, die Beseitigung des Staubes, der Wasserdämpfe, der schwefligen Säure und die Abfallwässer betreffenden Gesichtspuncte zur Geltung.

Die Bürstenbinder leiden am meisten vom Staube beim sogen. Kämmen der Borsten und beim Abstutzen des Borstensatzes.

Thierkrankheiten werden erfahrungsgemäss durch Borsten weniger als durch **Pferdehaare** übertragen; namentlich ist es der bei Pferden vorkommende Milzbrand, der nicht selten in Form der Pustula maligna bei den betreffenden Arbeitern beobachtet wird.

Zur Zubereitung der Pferdehaare gehört das Kämmen, Aufrollen und Kochen, um sie elastischer zu machen; bei letzterm entsteht ein unangenehmer Dampf, der abgeleitet werden muss, zum wenigsten ist ein guter Rauchfang über dem Kessel erforderlich, der mit einer gut ziehenden Esse zu verbinden ist.

Beim Färben der Haare ist das Schwarzfärben zu beachten, das mittels Bleiglätte geschieht, die in Trögen mit Kalkmilch schwach erwärmt wird. Die klare Brühe, die sich hierbei bildet, dient als Farbenbad; das Blei setzt sich in den Haaren als Schwefelblei ab. Es liegen Beobachtungen vor, nach denen es sehr wahrscheinlich ist, dass namentlich so gefärbte Pferdehaare bei den Arbeitern, die sich mit ihrer Verwendung zu Polstern, Matratzen u. s. w. beschäftigen, Bleiintoxicationen erzeugen können.[1])

Tapezierer, Sattler und Kürschner vertreten die Gewerbe, bei denen sich stets bei der Bearbeitung der Haare Staub entwickelt; ganz besonders leiden aber die Sattler bei den Kuhhaaren und der Gerberwolle (s. S. 554).

Hasen-, Kaninchen- und Biberhaare sind besonders geeignet, einen Filz zu bilden und deshalb für die Hutfabrication von grosser Bedeutung. Das Haar bedarf hierzu mannigfacher Präparationen.

Das Haarschneiden. Die betreffenden Felle werden zuerst mit einem sägeartigen Messer, mit dem Ritzer, behandelt, um alle Unreinigkeiten zu zerreiben, und dann ausgeklopft; dies kann im Freien geschehen und verursacht dann weniger Be-

lästigung als das eigentliche Haarschneiden, das nur in geschlossenen Räumen vorgenommen wird.*) Der Balg wird hierbei „gestutzt und gespitzt", d. h. das Borstenhaar (langes, steifes Haar) wird mit der Scheere gleich lang mit dem Grundhaar (feineres Flaumhaar) gemacht. Der hier entstehende Haarstaub verdient sorgfältige Beachtung: er wird zwar nicht bis in die feinsten Bronchialverzweigungen inhalirt, sondern erreicht höchstens den Kehlkopf und die Luftröhre, wo er aber haften bleibt, erzeugt er eine bedeutende Reizung. Treten Lungenaffectionen auf, so hat man es noch mit andern Ursachen zu thun, die in ihren Wirkungen von der Beschaffenheit des Staubes abhängen. Von unorganischen Bestandtheilen kommen hier in der Regel nur erdiger Schmutz und mannigfaltige Unreinigkeiten vor. Die Arbeiter können sich durch Vorbinden eines Tuches vor Mund und Nase hinreichend schützen; meist sind sie aber zu indolent, um sich dieser Mühe zu unterziehen: ihr bleiches und kachectisches Aussehen hängt vielfach mit ihrem Aufenthalt in Räumen zusammen, denen die belebende Einwirkung einer frischen Luft fehlt.

Zum **Beizen** der Haare benutzt man Scheidewasser, metallisches Quecksilber und Sublimat, dem man bisweilen noch arsenige Säure zusetzt. Die Beize hiess früher Secret, weil man ihre Zusammensetzung sehr geheim hielt; bei ihrer Darstellung entwickelt sich viel Untersalpetersäure, was wohl zu beachten ist. Man applicirt die Beize mit einer Bürste auf die Felle und trocknet sie in Trockenstuben bei einer Temperatur von 50° C., deren Einwirkung bei der Beurtheilung der sanitären Verhältnisse der Haarschneider sehr in Betracht kommt. Folgt aber auf die Beize das Klopfen und Bürsten der Felle, so entwickelt sich ein giftiger Staub von Quecksilbersalzen resp. arseniger Säure: es können sich dann bei unvorsichtigem Verhalten der Arbeiter die verschiedenen Grade des Mercurialismus, Affectionen der Brustorgane, Verdauungsstörungen, Zittern der Glieder, Geschwüre an den Händen, geschwollenes, blutendes Zahnfleisch u. s. w., beziehentlich neben den charakteristischen Folgen der arsenigen Säure ausbilden. Die hierdurch herbeigeführten Schädigungen der Gesundheit bedingen hauptsächlich die schwächliche Körperbeschaffenheit der Haarschneider; wenn irgendwo, so können grade durch diesen metallischen Staub Lungenaffectionen erzeugt werden. Die Fabricanten sollten verpflichtet werden, die Arbeiter vor diesem gefährlichen Staube zu schützen und Jeden sofort zu entlassen, der sich nicht den vorgeschriebenen Schutzmassregeln unterwirft.

Das eigentliche **Enthaaren** geschieht dann mittels einer convexen, an beiden Seiten scharfen Klinge, wobei sich wieder ein feiner Haarstaub entwickelt, der aber unter Umständen noch mit metallischem Staube vermengt sein kann. Das enthaarte Fell gelangt in die Leimsiederei.

Dass Haarschneider vielseitigen Gefahren ausgesetzt sind, geht aus dem Gesagten hervor; bei Unaufmerksamkeit und Geringschätzung der einwirkenden Schädlichkeiten wird ihre mittlere Lebensdauer kaum 40 Jahre betragen.

In Paris hat man für die Haarschneider die Bedingung aufgestellt, dass das Secret nicht in der Fabrik selbst angefertigt wird, die Abfälle nicht verbrannt, die Quecksilber-Rückstände gehörig beachtet, die Räume für das Enthaaren sorgfältig ventilirt und eine regelmässige und sorgfältige Entfernung der Abfälle bewirkt werden.

Für die Behandlung der Felle mit Secret hat man gegenwärtig eine zweckmässige Maschine construirt, die den Arbeitern sowohl hier als beim Ausklopfen der gebeizten Felle mehr Schutz gewährt. Zweckmässiger würde es sein, das Secret ganz zu verbannen; die Wirkung desselben kann man durch eine Mischung von Stärke oder Gummi mit Wasser und Salpetersäure erzielen, wobei man nur auf die Beseitigung der sich entwickelnden Dämpfe von Untersalpetersäure zu achten hat.

Das Hutmacher-Gewerbe.

Mehrere nachtheilige Einflüsse kommen hier vor, die noch mit der Behandlung des Haares in Zusammenhang stehen. Es gehört hierher:

1) das **Fachen**, welches das Haar auflockert, die gröbsten Borstenhaare und den ihnen noch anhängenden, von der Beize herrührenden Staub ausscheidet.

---

*) Die Haarkräusler, Perrückenmacher, Friseure, die sich mit dem menschlichen Haare beschäftigen, das ebenfalls durch Kochen, Waschen u. s. w. präparirt wird, sind keinem bedeutenden Staube mehr ausgesetzt, seitdem das Pudern aus der Mode gekommen ist. Wenn *Patissier* eine Uebertragbarkeit der Krätze oder des Kopfgrindes mittels der Haare der damit Behafteten für möglich hält, so möchte es schwer fallen, hierfür bestimmte Thatsachen vorzubringen.

Ein bestimmtes Quantum Haare wird auf den Werktisch — die Fachtafel — gebracht, durch deren enge Zwischenräume der Staub hindurchfällt. Jedenfalls müssen die Arbeiter auch hierbei Mund- und Nasenhöhle schützen, da der Staub zwar nicht bedeutend ist, aber durch den etwaigen Quecksilbergehalt schädlich einwirken kann. Das hierzu nothwendige Instrument ist der bekannte Fachbogen, welcher die Haare in einem durch einen Schirm abgegrenzten Raum in die Höhe schnellt*).

2) Die **eigentliche Verfilzung.** Sie beginnt mit der Anwendung des Fachsiebes, mit dem man nach allen Richtungen hin über die Haare reibt, um eine zusammenhängende Fläche zu erhalten; durch fortgesetztes Drücken unter Besprengung mit Wasser vervollständigt man das Filzen.

3) Das **Walken** wird in grossen kupfernen Kesseln vorgenommen, die an ihrer obern Mündung mit den Walktafeln, d. h. breiten hölzernen, schrägen Bohlen versehen sind, auf welchen der Filz mittels des Rollholzes zu einer kegelförmigen Mütze bearbeitet wird. Das Wasser wird fast siedend heiss gehalten, mit Bier- oder Weinhefe, Essigsäure, Schwefelsäure oder Lauge versetzt.

4) Das **Formen** ist die Fortsetzung des Walkens, eine Beschäftigung, bei welcher die Arbeiter beständig der Hitze und den Wasserdämpfen ausgesetzt sind, abgesehen von der mehr oder weniger reizenden Einwirkung der Beize, welche Excoriationen der Hände zu bewirken vermag.

Unbedingt ist über dem Walkkessel ein Rauchfang anzubringen und mit einer gut ziehenden Esse zu verbinden.

Das Walkwasser darf keinesfalls in Schlinggruben abgelassen werden, da es noch Spuren von Quecksilber oder Arsen, welche vom Secret herrühren, enthalten kann; ohne Gefahr darf es zum freien Abflusse gelangen, da die metallischen Bestandtheile so geringe sind, dass sie in fliessendem Wasser nicht schaden können.

Zum **Schwarzfärben** der Hüte gebraucht man Campecheholz, Sumach, Eisenvitriol, Weingeist, Kalichromat und Grünspan; letzterer wirkt wahrscheinlich als Beize, während der Weinstein das Braunwerden des färbenden Eisen-Niederschlags verhindern soll. Man setzt die Hüte während des Färbens mehrmals der freien Luft aus, um eine höhere Oxydation des gefällten Eisens zu bewirken und nennt dieses Verfahren das Auslüften.

Die kupferhaltigen Abflusswässer können wegen ihrer grossen Verdünnung unbeschadet in öffentliche Canäle abfliessen.

Nach dem Färben folgt das Auswaschen und Trocknen. Als Steife zur Erhaltung der Form benutzt man eine Auflösung von Schellack in Weingeist; schliesslich folgt das Zurichten und Staffiren.

Die Grundlage der **Seidenhüte** ist gewöhnlicher Pappdeckel oder ein mit Leim- und Schellacklösung gesteifter Filz aus Lammwolle oder Kamelhaaren; der Ueberzug besteht aus Seiden-Felbel.

Imitationsfarbe auf Filzhüten. Unter diesem Namen hat man neuerdings für die vielfach gebrauchten kleinen Filzhüte ein anderes Verfahren beim Färben eingeführt; die Hüte werden, nachdem sie auf Stumpen gewalkt sind, getrocknet, in warmem Wasser eingeweicht, ausgewalkt und dann mit einer Auflösung von Zink-, Kupfervitriol und Kaliumbichromat in der Siedhitze gebeizt; sie gelangen dann in ein Farbebad von Gelbholz oder Orseille oder in eine Mischung von beiden; nach dem Färben walkt man sie erst fertig.

Bei diesem Verfahren ist es nicht zweifelhaft, dass die vom Beizmittel herrührenden metallischen Gifte nicht mit der Haarsubstanz verbunden, sondern nur lose in den Filz eingewalkt sind. Beim Fertigmachen der Hüte, beim Bügeln, Steifen u. s. w. ist deshalb ein Verstauben derselben wohl möglich und die Arbeiter müssen vor dem Einathmen dieses Staubes gewarnt werden.

Auch der Abfluss der Beize und des Färbebades ist wohl zu berücksichtigen, damit er nicht in Schlinggruben geräth und die benachbarten Brunnen gefährdet.[1])

---

*) Bisweilen werden auch Gerberhaare gefacht, wenn man aus denselben ein grobes Filztuch anfertigen will; hier ist der Staub entschieden mit feinen Kalktheilchen vermengt. Wolle und Kuhhaare pflegt man in einer Trommel zu mischen, die sich um eine horizontale Achse bewegt.

Federn.

Hinsichtlich der Vogelfedern unterscheidet man 1) die Bettfedern; man benutzt dazu die Deckfedern und Flaumen der Gänse.

Man trocknet die eingesammelten Federn an der Sonne oder in einem geheizten Zimmer, lockert sie durch Schlagen mit leichten Stäbchen auf und reinigt sie dadurch gleichzeitig vom Schmutze.

Diese Arbeit hat eine starke Staubentwicklung zur Folge und sollte mit mehr Vorsicht als bisher betrieben werden; zum wenigsten sollten dabei Mund und Nase durch vorgebundene Tücher geschützt werden.

Werden die Federn nicht vollständig getrocknet, so geht die in den Kiehlen befindliche Feuchtigkeit in Fäulniss über und verursacht einen üblen Geruch, welcher sich den Schlafstuben mittheilt und in denselben eine sehr schlechte Atmosphäre erzeugt; man kann diesen Geruch dadurch vertreiben, dass man die Federn dämpft, auf Netzen trocknet und mit Stäbchen klopft.

Die Eiderdunen, die sehr elastischen und leichten Flaumen oder Daunen der Eiderente oder Eidergans (Anas molissima), reinigt man durch Klopfen mit Stäbchen, durch Fachen mit dem Fachbogen oder durch Erwärmen und Umrühren in einem im Wasserbade aufgehängten Kessel, wobei sich viel Staub entwickelt, weshalb man luftige und weite Räume für diese Procedur wählen muss.

In sanitärer Beziehung sind die Bettfedern und das Bettzeug sehr wichtig, da sie fixe Contagien und die Brutstätte von lästigen Insecten beherbergen können. Bei Krätze, bei der Pockenkrankheit, beim Typhus, bei der Ruhr und Cholera sollte man das gebrauchte Bettzeug stets einer Hitze von 100° C. aussetzen oder einem sorgfältigen Waschen unterwerfen, eine Vorsichtsmassregel, welche selten mit der erforderlichen Aufmerksamkeit ausgeführt wird.

Die Bettfedern werden gewöhnlich in den sogen. Bettfeder-Reinigungsanstalten gereinigt, indem man sie in einem trommelförmigen und geschlossenen Siebe den Wasserdämpfen aussetzt, welche durch die hohle, mit schlitzförmigen Oeffnungen versehene Achse der Trommel eindringen.

Es kann sich hier ein sehr unangenehmer Geruch nach Schweiss namentlich bei den Federn entwickeln, welche von den Betten der Kranken, die an chronischen Krankheiten, Zehrfieber u. s. w. gelitten haben, herrühren. Eine Einrichtung zum Ableiten der Wasserdämpfe in den Schornstein ist nothwendig; condensiren sich nämlich die Dämpfe zu Wasser, so geht dies rasch in Fäulniss über und setzt eine schleimige Masse ab.

Bei acuten contagiösen Krankheiten ist es zweckmässig, das Bettzeug noch der Einwirkung der schwefligen Säure auszusetzen (s. unterschweflige Säure S. 158). Werthlose Gegenstände, Seegras, Stroh u. s w. müssen selbstverständlich vernichtet werden.[1])

Kein Geschäft erfordert eine sorgfältigere Controle als der Trödelhandel mit altem Bettzeug oder Kleidern. Die Trödler sollten verpflichtet werden, alle diese Gegenstände einer Desinfection resp. einem Räuchern, Ausdämpfen oder Auskochen zu unterwerfen.

Um eine annähernde Gewissheit über die stattgefundene Desinfection zu erhalten und gleichzeitig eine kräftigere Wirkung der Wasserdämpfe zu erzielen, ist ein Zusatz von Terpentinöl zum kochenden Wasser zu empfehlen, da hierdurch den Gegenständen ein Geruch nach Terpentin mitgetheilt wird. In jeder grössern Stadt müsste eine öffentliche Desinfectionsanstalt unter polizeilicher Controle stehen, in der alle für den Trödelhandel bestimmten Bekleidungsgegenstände oder Bettzeuge zu desinficiren und mit einem Stempel zu versehen wären, welcher das Datum der ausgeführten Desinfection trüge; ohne diesen Stempel müssten die erwähnten Gegenstände vom Handel ausgeschlossen bleiben.

Nach dem § 56 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni 1869 sind vom An- und Verkauf im Umherziehen „gebrauchte Kleider und Betten" ausgeschlossen. Als Erläuterung hierzu erging die Circ.-Verf. der Ministerien für Handel u. s. w. und der geistlichen u. s. w. Angelegenheiten vom 20. August 1873 (Dr. Achenbach, I. V. Sydow), nach welcher gemäss eines Beschlusses des Bundesraths unter „gebrauchten Betten" auch Theile gebrauchter Betten und insbesondere gebrauchte Bettfedern zu verstehen sind. Bei Ertheilung von Legitimationsscheinen zum Handel mit Bettfedern soll daher künftig eine Fassung gewählt werden, welche den Handel mit gebrauchten Bettfedern ausschliesst.

Der § 35 der Gewerbe-Ordnung bestimmt ferner, dass der Handel mit gebrauchten Kleidern, gebrauchten Betten oder gebrauchter Wäsche demjenigen untersagt werde, welcher wegen aus Gewinnsucht begangener Vergehen oder Verbrechen gegen das Eigenthum bestraft worden ist.[2])

2) Die Präparation der Schreibfedern (Sortiren, Putzen, Ziehen, Härten und Binden) schliesst keine Gefährdung der Gesundheit in sich

3) Bei der Präparation der Schmuckfedern, z. B. der Strauss-, Reiher-, Pfau-, Hahnen- und Fasanenfedern u. s. w., welches im Reinigen und Entfetten durch Seifenwasser, im Bleichen mittels Schwefeln und im Färben besteht, sind bei umfangreichem Betriebe die Wasch- und Farbewässer, sowie die Schwefeldämpfe zu berücksichtigen.

Horngebilde.

Die Horngebilde haben dieselben Bestandtheile wie die Haargebilde und bestehen aus Proteïnkörpern mit grossem Schwefelgehalt, nur ist der Fettgehalt der Hornsubstanz ein geringerer; wird diese Wasserdämpfen von 100° ausgesetzt, so wird sie weich, plastisch und lässt sich nach Belieben biegen, pressen und sogar zusammenschweissen.

Bei der Einwirkung der Hitze treten grössere oder geringere Mengen von Ammoniak und Schwefelammonium auf; steigert sich dieselbe über 150—180°, so wird das Horn weich wie Kautschuk und bei noch höherer Wärme findet ein Schmelzen ohne Zersetzung statt.

Vorbereitung der rohen Hörner zu Drechslerarbeiten und zur Kammfabrication. 1) Das **Entkernen** Alle Thierhörner, besonders die von jungen Thieren, enthalten einen innern, markigen, bisweilen auch blutreichen Kern. Behufs Entfernung desselben werden die Hörner in Wasser, dem man bisweilen noch Blut oder Urin zusetzt, der Maceration unterworfen, wozu stets hermetisch verschlossene Behälter zu benutzen sind, die man mittels eines Rohrs mit einer gut ziehenden Esse oder bei grösserm Betriebe mit einer Feuerung in Verbindung bringt, da starke Gasentwicklung mit widerlichem Geruche auftritt.

Das Macerationswasser wird gewöhnlich mehrmals gebraucht, bis es schliesslich so stark mit Leimtheilen geschwängert ist, dass die Fäulniss verlangsamt wird; es muss dann abgelassen, mit Erde und Kalk versetzt und als Dungmittel benutzt werden.

Die ausgelösten Kerne können bei der Knochenbrennerei resp. Salmiakbereitung Verwendung finden. Die ganze Procedur sollte in Städten nicht geduldet werden.

2) **Das Waschen der Hörner**. Die macerirten Hörner werden mit frischem Wasser, unter Zusatz von saurer Lohbrühe, gewaschen. Die Abfallwässer können in Canäle abfliessen.

Aufbewahrung und Transport der Hörner, Hufe u. s. w. Das Aufbewahren der frischen Hufe und der nicht entkernten Hörner verdient dieselbe Beachtung wie das Knochenlagern. Bei Epizootieen muss dieser Handel polizeilich geregelt werden; sie dürfen im frischen Zustande aus Gegenden, wo Thierseuchen herrschen, gar nicht exportirt werden. Der Handel mit trocknen Hörnern ist in keiner Beziehung gefährlich und selbst bei herrschender Rinderpest frei; auch das Lagern derselben verursacht nur einen unbedeutenden Geruch, welcher entfernt an denjenigen erinnert, der sich in Lagerräumen von gesalzenen Thierhäuten entwickelt. Ganz trockne Hufe haben dieselbe Bedeutung.

Hornplätterei nennt man die weitere Bearbeitung des Horns. Die Sendungen der Hörner aus Mexico bestehen gegenwärtig fast nur aus entkernten Hörnern; zur Präparation des Horns gehören daher auf dem Continent in der Regel folgende Operationen: Das Einweichen in heissem Wasser ist zwar mit einem unangenehmen Geruch verbunden, der aber bei geschlossenen und mit einem Rauchfange verbundenen Gefässen wenig belästigend ist; widerlicher ist derselbe, wenn hierzu verdünnte Ammoniakflüssigkeit oder gefaulter Urin benutzt wird, namentlich wenn, wie es meist der Fall ist, die Flüssigkeit immer wieder benutzt wird.

Die Macerationswässer unterscheiden sich ihrer Qualität nach nicht von den beim Entkernen abfallenden: sie müssen ebenfalls in cementirten Gruben mit Kalk versetzt werden, um sie als Dünger verwerthen zu können; für die Gemüse- und Blumenzucht sind sie besonders geschätzt.[1])

Das Aufschlitzen oder Schneiden des Horns geschieht mit rothglühendem Eisen und sollte nur unter einem Rauchfang geschehen, um die hierbei entstehenden unangenehmen Gerüche rasch aus dem Arbeitsraume zu entfernen.

Das kalte Pressen geschieht bei 30° C.; das hierbei abfallende Wasser ist eine

ziemlich concentrirte Leimlösung, welche leicht fault und in die Kategorie der Weichwässer gehört.

Das Warmpressen oder Formiren folgt hierauf bei 100° C.; die hierzu nothwendigen Kupferplatten werden mit Fett eingerieben, der üble Geruch steigert sich daher noch durch die Acroleindämpfe; hohe und luftige Werkstätten sind hierbei unumgänglich nothwendig

Zum **Färben der Hornwaaren** behufs Imitation von Schildpatt bedient man sich eines Breies von Stärkemehl und Salpetersäure; auch wird das Horn mit salpetrigsauren Alkalien bespritzt oder gezeichnet, getrocknet und dann in eine Atmosphäre von starker Essigsäure gebracht, wodurch salpetrige Säure frei wird, welche auf das Horn färbend einwirkt. Bei der Benutzung von salpetersaurem Quecksilberoxydul tritt das Metalloxyd mit in Thätigkeit.

Zum Schwarzfärben des Horns gebraucht man einen Brei von Kalk, Mennige und Wasser; es bildet sich unauflösliches Schwefelblei, welches das Horn wie das Haar ganz durchdringt. Meistens werden die Pfeifenspitzen aus diesem geschwärzten Horn präparirt; das in ihnen enthaltene Schwefelblei verwandelt sich allmählig in Bleisulfat; dieses ist allerdings in den Salzen des Speichels löslich, seine Menge ist aber so gering, dass von einer Schädigung der Gesundheit hierbei kaum die Rede sein kann; dagegen ist die Manipulation mit dem Färbemittel zu berücksichtigen.

Um Horn perlmutterähnlich zu machen, behandelt man es mit Bleinitrat und Salzsäure; es bildet sich dann krystallinisches Chlorblei in der Hornsubstanz; dasselbe ist im Speichel leicht löslich und verdient in dieser Beziehung das Präparat alle Beachtung.

Parkesin ist ein Surrogat für Horn, Elfenbein u. s. w. und besteht aus einem Gemenge von Thonerde, Zinkoxyd, Berlinerblau, Schwärze und Collodium.

Bei der Präparation des Fischbeins (Whale-bone, Baleine), der Substanz der Wallfischbarten, kommen dieselben Manipulationen und sanitären Erfordernisse wie bei der Hornplätterei zur Geltung. Büffelhorn wird bisweilen statt des Fischbeins beim Besetzen der Corsets gebraucht.

Der Hornstaub verdient in sanitärer Beziehung wegen seiner Verwandtschaft mit dem Conchiolin (s. Perlmutterstaub) alle Beachtung und darf daher nicht als indifferent betrachtet werden (s. S. 197).

Darmsaitenfabrication.

Die Darmsaiten (Catgut) sind zusammengedrehte und getrocknete Schafdärme. Die ganz frischen Därme werden gereinigt und mit Wasser macerirt, das häufig erneuert oder auch mit Chlorkalk, Chlornatrium oder unterchlorigsaurem Natrium versetzt wird.

Durch Abschaben wird dann die äussere Membran entfernt, die abgezogenen Därme gelangen nochmals in frisches Wasser und nach abermaligem Abschaben für einige Stunden in eine alkalische Lauge. Die Behandlung mit der Lauge wiederholt man bis zur vollständigen Reinigung der Därme, um sie dann den anderweitigen Manipulationen, dem Ausrecken, Glätten oder auch dem Schwefeln zu unterwerfen.

Sorgt man für baldige Beseitigung der Abfälle, so hat diese Fabrication keine grosse Belästigung zur Folge, namentlich wenn nur frisches Material bearbeitet wird.[1])

Leimindustrie.

Wird eine thierische Haut längere Zeit der Einwirkung von siedendem Wasser ausgesetzt, so wird sie in demselben löslich und bildet eine Gallerte resp. den thierischen Leim. Es entwickeln sich bei diesem Process stets Schwefelwasserstoff und Ammoniak resp. Schwefelammonium, namentlich beim Kochen alter Häute, die der Luft längere Zeit ausgesetzt gewesen sind. Frische Häute veranlassen bei diesem Processe nie einen belästigenden Geruch, da die Menge des sich hierbei entwickelnden Schwefelwasserstoffs eine sehr geringe ist*).

---

*) Bekanntlich entwickelt sich auch bei der Bereitung der Bouillon durch Abkochen des frischen Rindfleisches stets etwas Schwefelwasserstoff.

Die wichtigsten leimgebenden Gebilde sind die Haut, die Sehnen, das Zellgewebe, die Knochensubstanz, das Hirschhorn u. s. w. Die erhaltenen Producte unterscheiden sich jedoch durch ein verschiedenes Klebvermögen; geringer ist dasselbe beim Knorpelleim (Chondrin) als beim Knochen- oder Hautleim (Glutin).

Die Gallerte (Gelatine), welche man durch das Verdampfen der Auflösung dieser Gebilde erhält, ist nach dem Austrocknen durchsichtig und spröde und wird beim Kochen mit Wasser löslich. Der eigentliche Leim ist die durch Austrocknen der Gallerte entstandene Substanz, deren Lösung beim Erkalten wieder zu einer Gallerte gesteht.

Fabrication des Lederleims. Man gebraucht hierzu die thierischen Abfälle, das sogenannte Leimgut, welche aus den Roth-, Weiss- und Sämischgerbereien stammen. Man unterscheidet folgende Manipulationen:

1) Das **Kalken des Leimgutes.** Die thierischen Abfälle müssen vor der Abkochung von allen fleischigen und blutigen Theilen und namentlich vom Fett gereinigt werden. Mit diesem bildet der Kalk eine unlösliche Kalkseife, die beim spätern Sieden auf die Oberfläche tritt und Leimfett genannt wird. Das Leimfett exhalirt an der Luft beständig Ammoniak und die flüchtigen Fettsäuren; es ist deshalb nothwendig, grössere Vorräthe davon mit Kalk zu bestreuen. Will man die thierischen Abfälle für die Leimfabrication längere Zeit aufbewahren, so müssen sie in Kalkäschern mit Kalkmilch behandelt werden.

Beim Kalken nicht mehr frischer thierischer Häute entsteht stets ein unangenehmer Geruch nach Schwefelammonium oder Ammoniak. Die kalkhaltigen Macerationswässer enthalten besonders buttersaures, baldriansaures und propionsaures Calcium, Verbindungen, welche durch die Kohlensäure der Luft zersetzt werden. Die Wässer können direct mit Erde gemischt als Dungmittel benutzt werden; wo aber eine Anhäufung dieser Abgänge stattfindet, müssen sie mindestens mit Chlorkalk behandelt werden, um das Freiwerden der flüchtigen Fettsäuren zu verhüten.

2) **Das Auswaschen des gekalkten Leimguts.** Es kann in fliessendem Wasser geschehen, wenn die Flüsse hinreichend gross sind. Gebraucht man hierzu Bottiche, so verdienen die abfallenden Spülwässer eine ganz besondere Beachtung, da sie mehr oder weniger die eben erwähnten Substanzen enthalten. Fliessen sie in Rinnsteine ab, so erzeugen sie die grösste Belästigung, während sie in Stadtcanälen leicht Verschlammungen erzeugen, wenn nicht eine kräftige Spülung diese verhütet. In einem concreten Falle betrug der Gehalt der thierischen Substanz in einem solchen Spülwasser 1,50% (bei 100° C. getrocknet). Um die Spülwässer ohne alle Belästigung oder Beschädigung in Rinnen oder Canäle abfliessen lassen zu können, empfiehlt *Vohl* 1) Schlammkasten zum Absetzen des Kalkes, und 2) Behandeln der klaren Flüssigkeit mit gebrauchter Lohe. Das ausgewaschene Gut wird an der Luft zum Trocknen ausgebreitet und an die Leimsieder verkauft.[1])

Die Aufbewahrung des Leimgutes in Ballen darf nur in trocknen Räumen geschehen; in feuchten Lagerräumen entsteht ein widerwärtiger Modergeruch, der für die Umgebung sehr belästigend werden kann; auch finden sich massenhaft Speckkäfer und Speckkäferlarven ein, die nach dem Aufräumen solcher Lager die Nachbarschaft überschwemmen und allen wollenen Stoffen gefährlich werden.

Beim Auf- und Abladen der Ballen vermag der kalkhaltige Staub alle Schleimhäute heftig zu reizen; reicht hier ein vor Nase und Mund gebundenes Tuch als Schutzmittel nicht aus, so ist das Ueberhängen eines feuchten Schleiers über das Gesicht sehr zu empfehlen.*)

3) **Das Versieden des Leimgutes.** Das getrocknete Leimgut muss vor dem Kochen stets in Wasser eingeweicht, d. h. macerirt und später nochmals getrocknet werden. Die Macerationswässer enthalten keine Fäulnissproducte, nur wenig Kalk und können ohne Nachtheil in öffentliche Canäle abgelassen werden.

---

*) Viele Gerbereien speichern das Leimgut selbst auf, um es zeitweise zur Leimsiederei zu benutzen; in der Regel sind aber die betreffenden Abfälle schon in Fäulniss übergegangen und ist deshalb zur Minderung der üblen Gerüche ein Zusatz von schwefligsaurem Calcium zu empfehlen. Noch weit widerlichere Gerüche entstehen bei der Verwendung der aussortirten gesalzenen Büffelhäute. Um das Salz aus ihnen zu entfernen, werden sie in cementirten Gruben unter Wasser gesetzt; ist dies geschehen, so entwickeln die Häute in der wärmern Jahreszeit die ganze Reihe der Fäulnissgase, so dass dies Verfahren niemals in der Nähe von Wohnungen stattfinden darf. — Die Macerationswässer dürfen nur nach vorhergehender Versetzung mit Kalk abgelassen werden, weil bei ihrem freien Abflusse selbst in grösseren Flüssen die Fische überall verschwinden, wo jene sich ausbreiten. Die ganze Procedur macht den widerlichsten Eindruck.

Das Leimsieden geschieht vorzugsweise nach der ältern Methode in kupfernen Kesseln mit flachem Boden, wobei sich stets in Folge der Einwirkung des Kalks auf die stickstoffhaltigen Gebilde Ammoniak resp. Schwefelammonium entwickelt, jedoch nicht in einem belästigenden Grade.

Um das Anbrennen des Leimgutes resp. die Entwicklung von empyreumatischen Dämpfen zu verhüten, muss der Leimkessel auf seinem Boden ein Drahtsieb oder ein Weidengeflecht haben, auf welches man zuerst eine Lage Stroh und dann das Leimgut schichtet. Das sicherste Mittel zur Verhütung des Anbrennens besteht in der Benutzung der Wasserdämpfe.[2])

Beim Versieden der Büffelhäute muss man zur Beseitigung des Fettes in kurzen Intervallen kleine Mengen frischer Kalkmilch zusetzen, um das Leimfett resp. die Kalkseife zu bilden, welche man abschäumt. Während dieses Zusatzes von Kalkmilch entbindet sich massenhaft Ammoniak resp. Schwefelammonium und zwar in Folge der Zersetzung der Fäulnissproducte thierischer Häute: bei enthaarten Häuten ist dies weniger der Fall. Alle diese Gase müssen unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln unter den Rost der Feuerung geleitet werden, um dadurch die grosse Belästigung für die Nachbarschaft und die Nachtheile für die Gesundheit der Arbeiter am sichersten zu verhüten.*)

Wenn die Leimlösung die Probe hält, d. h. wenn eine kleine Probe davon auf kaltem Wasser zu einer Gallerte gesteht, so wird sie in die Leimkufen, d. h. in mit Bleiblech gefütterte Bottiche gebracht, in welchen die Lösung durch Absetzenlassen geklärt wird.

Nach dem Formen und Zerschneiden der Blöcke folgt das **Trocknen des Leims** oder die Ueberführung der Gallerte in Leim: dasselbe gehört zu den schwierigsten Acten der Leimfabrication, hat aber keine sanitäre Bedeutung.[3])

Verschiedene Arten des Lederleims. Der aus den Hautabfällen bereitete Leim heisst Lederleim im Gegensatz zum Knochenleim aus Knochen und dem Fischleim aus der Schwimmblase der Fische. Der mit Zucker versetzte Lederleim heisst Mundleim, wenn derselbe vorher mittels Thierkohle entfärbt worden ist.

Der Pergamentleim aus den Abfällen der Pergamentbereitung ist ein sehr festes Bindemittel für Vergolder und dient auch zum Anmachen von Wasserfarben bei der Malerei. Wegen des flüssigen Leims siehe salpetrige Säure S. 244.

Der elastische Leim entsteht durch Zusatz von Glycerin zum gewöhnlichen Leim. Das wichtigste Surrogat des Leims ist der Caseïnleim, der durch Auflösen von Casëin in gesättigter Boraxlösung erhalten wird (s. Caseïn).

Die Knochen und ihre Verwerthung.

Die Knochen sind für die Technik von der grössten Bedeutung, da sie auf die vielfältigste Weise verwendet werden. Zunächst hat das Lagern der Knochen ein sanitäres Interesse.

1) **Die Knochenlager.** Lagerräume von Knochen bedingen die grösste Unannehmlichkeit für die Adjacenten; lagern sie in trocknen Räumen, so findet ein Austrocknen statt und zwar auf Kosten des verdunstenden Wassers, welches im Knorpel des Knochens und den ihm meist noch anhängenden Weichtheilen enthalten ist. Das entweichende Wasser ist stets mehr oder weniger mit den flüchtigen Riechstoffen der verwesenden Weichtheile geschwängert; hat das Trocknen einen gewissen Abschluss erhalten, so hört die Exhalation auffallender Riechstoffe auf und nur die einfachen Zersetzungsproducte, Wasser, Kohlensäure und

*) Unzulässig ist auch die Darstellung von Leim in den Tapetenfabriken, wenn dazu, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Abfälle von Schlächtereien und Gerbereien ohne allen Zusatz von Kalk genommen werden. Der Geruch bei einem solchen Leimsieden ist ganz entsetzlich und kann für die nächste Nachbarschaft durch die Entwicklung der flüchtigen Fettsäuren u. s. w. zur grössten Qual werden. Selbst der aus solchen faulenden Substanzen dargestellte Leim besitzt einen unerträglichen Geruch, der den Tapeten, bei denen ein solcher Leim benutzt worden ist, innig anhaftet. Solche Tapeten sind besonders in feuchten Stuben einer Verwesung unterworfen, wobei sich Propionsäure bildet, welche einen höchst unangenehmen, muffigen Geruch verbreitet, der erst nach Jahren schwindet.

Ammoniak, treten dann auf, sind aber meist mit einem Modergeruche verbunden.

Alle Knochenlager sollten unter polizeilicher Aufsicht stehen und nur an solchen Stellen errichtet werden, welche die Polizei nach stattgefundener Prüfung für zweckmässig erachtet hat. Jeder Lagerraum muss trocken, dem Luftzuge ausgesetzt und so gelegen sein, dass er der nächsten Nachbarschaft keine Belästigung verschafft. Keller sollten zum Lagern von Knochen gar nicht benutzt werden, während Sammler und Ankäufer von Knochen nur solche aufbewahren dürfen, welche gereinigt und so viel als möglich von allen Weichtheilen befreit sind.[1])

Bleiben die Lagerräume ganz verschlossen und entbehren sie jeder Ventilation, so kann der in denselben vorhandene Sauerstoff zur Verwesung der organischen Stoffe ganz verbraucht werden, wofür alsdann ein gleiches Volumen Kohlensäure an die Atmosphäre abgegeben wird, welche mit dem restirenden Stickstoff vermischt eine zum Athmen völlig untaugliche Atmosphäre bildet, so dass Personen, welche solche Räume zuerst betreten, bewusstlos hinstürzen und an Erstickung sterben, wenn sie nicht rasch diesen gefährlichen Gasen entzogen werden. So fehlt es nicht an Beispielen, dass sich auch in Schiffen, in welchen Knochen transportirt werden, eine sehr kohlensäurereiche Atmosphäre ansammelt, welche auf die Schiffer einen schädlichen Einfluss auszuüben vermag.

Das Bestreuen der Knochen oder der betreffenden Lagerräume mit Chlorkalk ruft zwar eine günstige Wirkung bezüglich der belästigenden Gerüche hervor, die Einwirkung des Chlors auf die leimgebende Substanz hat aber die Entstehung eines eigenthümlich riechenden Körpers zur Folge, welcher auch dem aus solchen Knochen dargestellten Leim anhaftet. Diese Bestreuungen sind nur dann zulässig, wenn die Knochen als Dungmittel benutzt werden.

Das zweckmässigste Mittel würde sein, alle Knochen, mögen sie frisch oder alt sein, mit Kalkmilch zu behandeln, ehe sie auf Lager kommen. Man könnte die Knochen in Körbe bringen und diese in Kalkmilch tauchen. Durch dieses einfache und leicht ausführbare Mittel würde man am sichersten jeden belästigenden Geruch vermeiden und die spätere Verwerthung der Knochen in keiner Weise stören.*)

2) **Darstellung des Knochenleims.** Der Knochenleim entsteht aus dem Knochenknorpel und macht etwa den dritten Theil vom Gewichte der Knochen aus. Um die Knochen vollständig auszunutzen, geht der Gewinnung von Knochenleim die Entfettung der Knochen voraus. Zu diesem Zwecke werden die Knochen in einem eisernen Kessel stark ausgekocht, weshalb man diese Procedur auch das Knochensieden nennt.

Die **Knochensiedereien** werden bezüglich ihrer Belästigung für die Nachbarschaft verschieden beurtheilt. Man darf hierbei nicht übersehen, dass häufig auch Knochenlager mit der Knochensiederei verbunden sind und manche andere Nebenbeschäftigungen oft belästigender einwirken als die Knochensiedereien, die dazu gegenwärtig unter den § 16 der Gewerbe-Ordnung für das Deutsche Reich gehören und deshalb einer besondern Concession bedürfen.

Auch kommt es häufig vor, dass Knopfdrechsler sich mit dem Knochensieden beschäftigen und dann besonders die Kieferknochen grösserer Thiere zuvor einem Macerationsverfahren unterwerfen. Werden nun die macerirten Knochen gesotten, so entwickelt sich ein sehr unangenehmer Geruch, indem neben Schwefelammonium wiederum die flüchtigen Fettsäuren und andere widerliche Riechstoffe auftreten; mit Recht kann man eine solche Knochensiederei für sehr belästigend erklären.

Am wenigsten Geruch entsteht beim Sieden der Knochen von Schafen, Hammeln, Rehen oder Antilopen, namentlich wenn das Auskochen, wie gewöhnlich, unter Zusatz einer geringen Menge von Natr. carbon. geschieht.

Hier sowohl als beim Auskochen älterer Knochen genügt es, die beim Kochen sich entwickelnden Dämpfe mittels eines Schlotes in den Kamin zu führen; beim Sieden der macerirten Knochen müssen sie aber in eine Feuerung geleitet und verbrannt werden. Es sind nach der Grösse der Etablissements die verschiedenen Einrichtungen erforderlich, welche beim Talgschmelzen und bei der Seifensiederei besprochen worden sind.

Die gallertartigen Auskochwässer oder Siedewässer dürfen niemals in die Strassenrinnen, wie es so häufig geschieht, abgelassen werden, da sie ausserordentlich

---

*) In Paris müssen die Lumpensammler die Knochen in starke Leinwandsäcke legen, welche in den gehörig ventilirten Niederlagen aufzubewahren sind.

leicht in Fäulniss übergehen und einen widerlichen Geruch verbreiten; man kann sie als Dungmittel benutzen, wenn man sie mit Kalk vermischt; setzt man ihnen verdünnte Schwefelsäure zu, so können sie bei der Düngerfabrication zum Aufschliessen der Phosphorite benutzt werden (s. Darstellung des gedämpften Knochenmehls).

Das beim Sieden auf der Oberfläche dieses Wassers sich ansammelnde Knochenfett oder Knochenöl, wie man es gewöhnlich nennt, wird abgeschöpft und besteht grösstentheils aus unveränderten Glycerinverbindungen, die gute Schmiermittel darstellen.

Der Knopfdrechsler muss nach dem Sieden die Knochen trocknen. Die Procedur kann ebenfalls belästigend werden, wenn bei feuchtem Wetter und niederer Temperatur die leimgebenden Gebilde, die im Knochen noch enthalten sind, in Fäulniss übergehen; dies Trocknen muss auf luftigen und hohen Speichern geschehen. Zu beachten ist, dass die flüchtigen Riechstoffe sich leicht auf Viehfutter (Heu, Stroh u. s. w.) übertragen und auch wollenen Zeugen sehr adhäriren.*)

Die Extraction der entfetteten Knochen mittels Salzsäure. Man wählt hierzu gewöhnlich die schlechten und zum Knopfdrechseln nicht brauchbaren Knochen, die man in hölzernen Bottichen einer Salzsäure von 7⁰ B. aussetzt.[2])

Die Gelatine bleibt in Form des Knochens zurück, wohingegen das Calciumphosphat in salzsaure Lösung übergegangen ist.

Die Ueberführung der Gelatine in Leim geschieht mittels Wasserdämpfe; das Formen und Trocknen geschieht wie beim Lederleim.

Der Knochenleim kommt gegenwärtig unter dem Namen Patentleim im Handel vor und hat ein milchiges Ansehen, das von den in ihm zurückgebliebenen Theilen des Calciumphosphats herrührt. Absichtlich erzeugt man bisweilen diese milchige Trübung, wenn man dem Knochenleim Bleiweiss u. s. w. beimischt, Zusätze, die wohl zu berücksichtigen sind, wenn man den Knochenleim als sogen. Bouillontafeln zur Bereitung von Bouillon benutzt.

3) **Die Verarbeitung der Knochen für gewerbliche oder Kunstgegenstände.** Das erste Entfetten der Knochen geschieht nach der gewöhnlichen Weise des Knochensiedens. Hierauf folgt das Sortiren und die vollständige Entfettung mittels erhitzten Terpentinöls oder Benzols.

Die Dämpfe müssen mit Rücksicht auf die Arbeiter und die Feuersgefahr wieder gewonnen werden. Die Knochen werden zu diesem Zwecke mit einem kräftigen Wasserdampfstrom ausgedämpft, wobei das Lösungsmittel durch Condensation der entweichenden Dämpfe gewonnen wird; schliesslich bringt man die Knochen auf die Rasenbleiche.

Das Färben der Knochen beruht hauptsächlich nur auf dem Färben der in den Knochen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz; sogenannte Metallbeizen, welche schon an und für sich eine Färbung geben, werden vorzugsweise gebraucht; so färbt salpetersaures Quecksilberoxydul braun und schwarzbraun, salpetersaures Silber graubraun und schwarz, Goldchlorid purpur. Auch Pikrinsäure und namentlich die schlechten Sorten der Anilinfarben dienen als Färbemittel.

4) **Benutzung der Knochenabfälle zur Darstellung von Superphosphat.** Man benutzt hierzu alle schlechtern Knochen, die Abfälle bei der Knopffabrication u. s. w. und verfährt dabei nach zwei Methoden.

1) Beim sauren Aufschliessen werden die Knochen gemahlen, mit verdünnter Schwefelsäure besprengt, in luftigen Schuppen auf Haufen gesetzt und oft umgeschaufelt. Es entwickeln sich hierbei geringe Mengen von Salzsäure und sehr wenig Schwefelwasserstoff, das Verfahren ist aber nicht belästigend und wird häufig Seitens der Landwirthe selbst ausgeführt. Bei diesem Processe entsteht aus dem tertiären Calciumphosphat $Ca_3(PO_4)_2$ Gips und saures (primäres) Calciumphosphat $Ca(H_2PO_4)_2$.

2) Das sogenannte Dämpfen der Knochen geschieht in aufrecht stehenden Cylindern (Digestoren) mit falschem Boden, in welche die Knochen gebracht werden. Ein unten eingeleiteter Dampfstrahl von 3½—6 Atmosphärendruck wirkt mehrere

*) Es ist hier noch die Knochensiederei behufs Darstellung anatomischer Skelete zu erwähnen, da hier ein vollständiger Fäulnissprocess dem Kochen vorausgehen muss und Vorkehrungen zur Vernichtung der riechenden Gase nothwendig sind; ein Kalkzusatz würde das Aussehen der Knochen benachtheiligen, dagegen hat sich ein Zusatz von Kleie, reinem Weingeist oder Aepfelwein bewährt, wobei saure Reaction eintritt und Schwefelammonium nicht auftreten kann.

Stunden lang auf die Knochen ein; anfangs lässt man die noch vorhandene atmosphärische Luft durch ein Sicherheitsventil austreten, wobei höchst unangenehme und die Adjacenten im höchsten Grade belästigende Dämpfe auftreten.

Es ist absolut nothwendig, das Ventil mit einer Haube zu versehen, die mittels eines Rohrs mit der Feuerung des Dampfkessels zu verbinden ist, um die höchst übelriechenden Dämpfe zu verbrennen. (S. Talg- und Seifensiederei.) Nach geschehenem Abblasen wird das Ventil geschlossen und die Knochen bleiben den gespannten Dämpfen ausgesetzt; die Cylinder sind daher wegen des hohen Druckes wie Dampfkessel zu revidiren.

Werden nach beendigtem Dämpfen die überflüssigen Dämpfe abgelassen, so ist dasselbe Verfahren zu beobachten. Die unter dem falschen Boden angesammelte Flüssigkeit ist eine übelriechende Leimauflösung, auf der nach dem Erkalten ein Fett von talgartiger Beschaffenheit, aber widerlichem Geruch schwimmt, das in Seifensiedereien noch zu verwerthen ist.

Das Trocknen der gedämpften Knochen verbreitet weit über die Fabrik hinaus einen unangenehmen Geruch, wenn bloss die Zugluft hierzu benutzt wird; man sollte daher die künstliche Erwärmung vorschreiben, um die mit widerlichen Riechstoffen beladene Luft durch Feuer vernichten zu können. Nach dem Trocknen folgen das Stampfen, Mahlen und Sieben der Knochen, die leicht zerfallen, da ihnen das Bindemehl fehlt. Der hierbei entstehende Staub ist belästigend genug, jedoch erfahrungsgemäss nicht mit nachtheiliger Wirkung auf das Lungengewebe verbunden. Aus diesem gedämpften Knochenmehl wird durch Behandeln mit Schwefelsäure Superphosphat (gedämpftes Knochenmehl) dargestellt. Behandelt man die abfallende Leimlösung mit Schwefelsäure*) und benutzt dieses Gemisch zum Aufschliessen, so erhält man das ammoniakalische Superphosphat, welches auch Guano-Superphosphat genannt und oft noch mit Ammoniumsulfat vermischt wird.

Es finden sich bei diesem Verfahren noch vielfache Modificationen, bei denen aber in sanitärer Beziehung der Schwerpunct stets auf der Vernichtung der widerlichen Gase und Dämpfe beruht. So setzt man z. B. häufig den Knochen noch die Abfälle von Fellen, altes Leimgut, Horn, Wolle u. s. w. zu und dämpft die ganze Masse in Digestoren mittels Wasserdämpfe, um Dungstoffe zu gewinnen. Die abfallende Brühe muss unter allen Umständen als Dungmittel benutzt und sofort in wasserdichten und geschlossenen Behältern mit Kalk versetzt werden, wenn sie nicht sofort verwerthet wird.

Die feste Masse wird in Darrräumen oder in grossen Pfannen getrocknet, deren Temperatur niemals die Temperatur des Wassers übersteigen darf. Nach dem Trocknen folgt das Zerkleinern und das Vermischen mit Schwefelsäure auf Mühlen.

Der Höhepunct aller widerlichen Gerüche findet sich überhaupt bei dieser Fabrication; in allen Räumen müssen daher Vorkehrungen zur Ableitung der auftretenden Dämpfe getroffen werden; man kann sie entweder durch Schwefelsäure mittels Exhaustoren oder in eine Feuerung mittels einer gut ziehenden Esse wegführen. Geschieht das Trocknen in Pfannen, so müssen diese entweder unter einem gemauerten Gewölbe liegen oder mit einem Bleichmantel versehen sein, um die Dämpfe zu sammeln, abzuleiten und zu vernichten. Die Ableitung in einen Schlot wird niemals die entsetzliche Belästigung für die Adjacenten verhüten, namentlich wenn die Fabrik in der Richtung der nach bewohnten Orten, Häusercomplexen u. s. w. wehenden Strichwinde liegt; selbst Entfernungen von 20—30 Minuten dürfen dann die genannten Massregeln nicht überflüssig machen.

Bei der Concessions-Ertheilung ist auch die Aufbewahrung des Rohmaterials in trocknem Zustande vorzuschreiben.

Die Poudrette-Fabrication.

Unter Poudrette-Fabrication versteht man die Gewinnung des Düngers in fester Form aus den menschlichen Excrementen. Ihre Bearbeitung besteht

*) Dieses Mischen muss unter einem gut ziehenden Schlot geschehen, da sich hierbei noch übelriechende Dämpfe von Fettsäuren entwickeln. Bei der Darstellung des einfachen Superphosphats lassen die Fabricanten die Leimlösung in geschlossene Behälter fliessen, um sie später mittels Fässer auf die Aecker zu transportiren; das Zu- und Abfliessen muss hierbei nicht in Rinnen, sondern in geschlossenen Röhren geschehen. Es ist nothwendig, die Leimlösung sofort mit Kalk zu versetzen, um die üblen Gerüche zu vermindern; bei den Abfällen der mit Schwefelsäure versetzten Leimlösung muss dies unbedingt geschehen.

1) in der Desinfection der Excremente, durch welche nicht bloss der Geruch möglichst aufgehoben, sondern auch das Ammoniak gebunden werden soll.

Man verwendet hierzu die Humussubstanzen, Torf, Braunkohlen, gebrauchte Lohe u. s. w., die den grossen Vortheil haben, dass sie die Fäcalmassen schon theilweise austrocknen. Die Holzkohle hat jedoch mehr eine desodorirende als desinficirende Wirkung: ihr Gehalt an kohlensauren Alkalien beschleunigt die Spaltung des Harnstoffs und veranlasst daher die Entwicklung von Ammoniak. Die Torf-, Braunkohlen- und Steinkohlenasche zeichnet sich durch ihren Gehalt an schwefelsauren Erden (Gips) aus.

Unter den erdigen Desinfectionsmitteln resp. Mineralsubstanzen steht in erster Linie der Gips, dessen Schwefelsäure das Ammoniak bindet, während die Kohlensäure des Ammoniumcarbonats an den Kalk tritt; seine Porosität bedingt eine starke Absorption des Sauerstoffs, so dass die Ammoniumsalze rascher in Salpetersäure übergeführt werden.

Der Mergel zeichnet sich durch einen Gehalt an Eisenoxydhydrat aus, welches Ammoniak bindet: ebenso verhält es sich mit dem Lehm, Ziegelmehl und jedem eisenschüssigen Thon, Substanzen, die somit bei der künstlichen Düngerbereitung nicht bloss zur Vermehrung der Quantität dienen.

Zu den Mineralsubstanzen gehört besonders Phosphorit oder Phosphocalcit (ein Gemenge von Dolomit und Osteolith), Osteolith (Calciumphosphat), Natronit (Calciumsulfat und Natriumsulfat) u. s. w., die aber zuvor aufgeschlossen werden müssen. Das Eisen ist überhaupt nur als Oxydhydrat und Mangan als Oxyduloxydhydrat brauchbar, wenn der präparirte Dünger direct verwerthet werden soll.

Unter den Mineralsäuren wird Schwefelsäure namentlich bei der Behandlung der flüssigen Excremente benutzt. Anfangs entwickelt sich hierbei ein höchst übelriechendes Gemenge von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Buttersäure und Baldriansäure u. s. w., das in eine Feuerung geleitet werden muss; hier sind die sogenannten Desinfectionsöfen recht am Platze. Die präcipitirte Masse wird häufig mit Mergel, Torf u. s. w. versetzt und in Ziegelform gepresst.

2) Beim Pressen des Düngers muss die abfallende Flüssigkeit als Dünger benutzt werden, während die Dungziegelsteine wie die Feldziegelsteine in grossen Schuppen getrocknet werden.

3) Das Trocknen der Dungziegel ist in sanitärer Beziehung ein wichtiger Act, da die Trockenanstalten einen höchst widerlichen Geruch verbreiten.

Um diesen Geruch einigermassen zu vermindern, kann man die aus der Presse kommenden Ziegel sogleich mit Gipsmehl bestreuen. Am sichersten würde es sein, auch hier die Darr- oder Trockenräume künstlich zu erwärmen, die entweichenden Gase aber in der S. 589 gedachten Weise zu behandeln. Neuerdings werden solche Steine zum Verbrennen benutzt: man kann dazu vorzugsweise Torf als Constituens und Theer, rohe Carbolsäure u. s. w. als desinficirende Mittel wählen[1]).

In einigen Fabriken wird der Dünger nicht gepresst, sondern das Gemenge so lange mit den absorbirenden Substanzen versetzt, bis seine Consistenz ein leichtes Trocknen zulässt, um den sogenannten Streudünger darzustellen*).

Abdeckerei oder die Beseitigung der Thier-Cadaver.

Die Abdeckereien gehören nach dem § 26 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni 1869 zu den Anlagen, zu deren Errichtung die Genehmigung der nach

*) Es ist hier noch des reinen **Mineraldüngers** zu erwähnen, dessen Fabrication in der letzten Zeit immer wichtiger geworden ist. Man benutzt hierzu namentlich die schon genannten Mineralien (Phosphorit, Osteolith u. s w.), welche durch Feuer unter Anwendung von Alkalien, besonders Chloralkalien, aufgeschlossen werden. Das Chlor wird hierbei meist als Salzsäure ausgetrieben, während die Kieselsäure der Silicate an die Alkalien tritt. Beim Aufschliessen der Sulfate tritt schweflige Säure auf und bei wirklichen Coprolithen (urweltlichen Excrementen) verflüchtigen sich mit Kieselfluorwasserstoff geschwängerte Gase. Selbst bei gebrannten Knochen wird bei Anwendung von Schwefelsäure sämmtliches Fluor als Kieselfluor ausgeschieden. Man hat daher jedenfalls für den Abzug der Gase zu sorgen; ihre Condensation ist weniger erforderlich, wenn die Fabriken, wie gewöhnlich, entfernt von Wohnungen liegen.

Der Kalidünger (Kalialaun) ist für manche Zwecke unentbehrlich: nicht minder wichtig sind Ammoniumsulfat und Chilisalpeter als stickstoffhaltige Dungstoffe.

den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich ist. Man kann sie überhaupt in die Kategorie der Poudrette- und Dungpulver-Fabriken bringen, da bei der gewerblichen Ausnutzung der Thiercadaver Knochensiederei, Talgschmelzen, Leimsiedrei, Knochenbrennerei u. s. w. vorkommen und jeder einzelne dieser industriellen Zweige schon eine Menge von Belästigungen in sich schliesst.

Bei der Anlage der Abdeckereien hat man daher Folgendes zu berücksichtigen:

1) Bei der Auswahl des Platzes hat man zunächst auf eine hinreichende Entfernung von menschlichen Wohnungen zu achten. Das Mass dieser Entfernung muss sich nach den localen Verhältnissen, nach der Lage des Platzes, nach der herrschenden Windrichtung u. s. w. richten; auch frequentirte Landstrassen dürfen nicht in der Nähe liegen, während die ganze Abdeckerei mit einer zweckmässigen Einfriedigung zu versehen ist.[1])

2) Alle für die technische Benutzung der Thiercadaver erforderlichen Räume müssen sachgemäss eingerichtet sein.

3) Jede Abdeckerei muss mit mehreren Hundezwingern versehen sein, wenn es geboten sein sollte, der Wuth verdächtige Hunde zu beobachten; dieselben sind besonders für Abdeckereien in der Nähe grosser Städte erforderlich.

Für die Rinderpest gilt die Instruction vom 26. Mai 1869, welche die strengsten Desinfectionsmassregeln vorschreibt.

Trichinöse Schweine können zur Gewinnung des Fettes verwerthet werden, wenn das betreffende Fleisch mit oder ohne Zusatz von Schwefelsäure kalt eingeweicht und dann stark ausgekocht wird. Die Benutzung des ohne Säure gewonnenen Fettes zu häuslichen Zwecken dürfte nicht bedenklich sein[2]): der Rest kann als Dungmittel benutzt werden, während der technischen Verwerthung der Knochen nichts im Wege steht*).

5) Alle Thiere dürfen nur auf einem bestimmten Wasenplatze verscharrt werden.

In mehreren Regierungsbezirken bestehen mit Recht besondere Verordnungen, welche jede Gemeinde verpflichten, einen Wasenplatz oder Schindanger einzurichten, dessen Entfernung von Wohnungen und besuchten Wegen mindestens 600 Schritt betragen muss; benachbarte Gemeinden können sich aber eines gemeinschaftlichen Wasenplatzes bedienen.

Einzelgruben sind stets zu verbieten, weil sie in der Regel schon nach ein paar Jahren geöffnet werden, um die Knochen an die Knochenhändler zu verkaufen, ohne dass Rücksicht darauf genommen wird, ob die Weichtheile auch hinreichend geschwunden sind. — In Gegenden, wo der Milzbrand endozootisch, ist ein Gemeinde-Schindanger absolut erforderlich, da nur ein solcher einer polizeilichen Controle unterworfen werden kann.

Der Transport der an Seuchen gefallenen Thiere sollte stets in einem geschlossenen Karren, wobei ein Durchsickern von Blut oder Jauche unmöglich ist, geschehen. Besonders eignen sich hierzu Kastenwagen; bestreut man dabei die Cadaver der an ansteckenden Krankheiten gefallenen Thiere noch mit Chlorkalk, so braucht man den Transport nicht, wie einzelne Regierungen vorschreiben, bloss des Nachts vornehmen zu lassen.

7) Die Verwerthung der Cadaver. Durch die polizeiliche Bestimmung, alle an ansteckenden Krankheiten gefallene Cadaver sogleich vorschriftsmässig zu verscharren, fällt schon die Möglichkeit weg, das Fleisch von solchen Thieren zum Füttern von Hunden, Schweinen oder Geflügel zu benutzen. Aber auch faules Fleisch von Thieren, welche aus anderen Ursachen der Abdeckerei überwiesen worden sind, sollte nicht zum Füttern von Hausthieren benutzt werden, da es wohl unzweifelhaft ist, dass das Fleisch solcher Thiere, in rohem Zustande genossen, auch schädliche Wirkungen äussern kann.[3])

Die gefallenen Thiere bergen einen bedeutenden Werth für die Industrie. Wenn man bedenkt, welche bedeutende Menge von werthvollen stickstoffhaltigen Substanzen

---

*) *Zenker* hält die Abdeckereien für die gefährlichste Trichinenquelle, weil hier ganz besonders Gelegenheit zur Infection durch Verschlucken von mit dem Kothe anderer Schweine abgegangenen Darmtrichinen und Embryonen, sowie durch das Fressen trichinigen Fleisches anderer Schweine gegeben sei. — Auch die Ratten bekämen ihre Trichinen nur aus dem Fleische anderer trichiniger Thiere, weil das Schwein der eigentliche und ursprüngliche Trichinenträger sei. Er hält es daher für eine dringende sanitätspolizeiliche Massregel, dass den Abdeckern das Halten, Füttern und Schlachten von Schweinen, sowohl für den Verkauf als für den eigenen Bedarf, auf das Strengste verboten werde. Nur in Oesterreich existirt in Folge des Staatsministerial-Erlasses vom 10. Mai 1866 ein solches Verbot.

durch das Verscharren für die Industrie verloren gehen, so sollte man die Mittel, wodurch auch an Seuchen gefallene Thiere verwerthet werden können, viel mehr in Anwendung bringen. Man kann hierzu zwei Methoden, die Maceration und trockne Destillation benutzen. Bei der Maceration behandelt man den ganzen, nicht zerkleinerten Cadaver mit siedenden Wasserdämpfen mit oder ohne Zusatz von Schwefelsäure oder caustischer Lauge resp. Kalk. Diese Procedur geschieht in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Gefässen, welche so gross sind, dass sie 1—2 Cadaver der grössten Sorte aufzunehmen vermögen. Man erhält in ähnlicher Weise wie beim Knochendämpfen das Fett und den Leim, während die Knochen weiter verarbeitet werden; es sind aber hier in erhöhtem Grade die erwähnten Vorsichtsmassregeln zu beachten.

Bei der trocknen Destillation benutzt man einen von *Porion* construirten Apparat, der aus einem Destillationsapparate und mehreren Condensationsapparaten besteht, um die Producte der trocknen Destillation und als Rückstand die Thierkohle zu gewinnen. Diese Methode empfiehlt sich vorzugsweise, da sie selbst bei an Rinderpest zu Grunde gegangenen Thieren angewendet werden kann; bei ihrer sorgfältigen Ausführung sind die Belästigungen auf ein Minimum reducirt.

Gemenge von Kohlenwasserstoffen.

Zu der Gruppe, welche Gemenge von Kohlenwasserstoffen darstellen, gehören Photogen, Paraffin und Petroleum. Wir knüpfen hiermit wieder an Früheres an und betreten ein Gebiet, das namentlich durch die Gewinnung von Theer und seinen Producten eine höchst wichtige Stellung einnimmt und andere umfangsreiche Industriezweige einleitet.

Wir beginnen mit der Photogen- oder Mineralölfabrication, die fast ausschliesslich der Provinz Sachsen angehört und mit der Paraffindarstellung Hand in Hand geht. Das Photogen hat seit 1860 mit der Einführung von Petroleum eine bedeutende Concurrenz erfahren und wird die weitere Entwicklung jener Industrie vorzugsweise von der Paraffindarstellung abhängig bleiben. —

Photogen.

Photogen, Mineralöl, Schieferöl, ist dem Petroleum sehr nahe verwandt; während letzteres von der Natur in unbegrenzter Menge geliefert wird, muss Photogen erst durch die trockne Destillation mehrerer fossiler Substanzen erhalten werden; zu diesen gehören das Bitumen, der bituminöse Schiefer, der Blätterschiefer (Papierkohle), namentlich der rheinische Blätterschiefer (Shiste bitumineux), der sich aber wegen seines reichen Gehaltes an Schwefelkies und Schwefelarsenik weniger für die Fabrication eignet, der Posidonienschiefer, die Bogheadkohle, die Braunkohle (Schweelkohle) in der Provinz Sachsen und der Torf.

In Deutschland haben Wagemann und Vohl die Photogenindustrie begründet und sehr viele Rohmaterialien auf ihre Ausbeute an Theer untersucht.

Die **trockne Destillation**, der **Schweelprocess**, wird in liegenden oder vorzugsweise in stehenden Retorten ausgeführt. Neuerdings benutzt man umfangreiche Retorten unter Mitwirkung von überhitzten Wasserdämpfen und condensirt die entweichenden Gase durch Abkühlung mit Wasser. Als Rohmaterial werden gegenwärtig fast nur die Boghead- und Cannelkohlen, sowie die sächsische Braunkohle benutzt.[1])

Der **Braunkohlentheer** ist eine gelblich-braune, butterartige Masse und stellt ein Gemisch von verschiedenen Kohlenwasserstoffen der Methylreihe, Harze, Carbolsäure, Kreosot, schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen dar.

Die **Entwässerung des Theers** geschieht in unterirdischen Bassins mittels einer Dampfschlange; der wasserfreie Theer wird dann in die Destillirgefässe gepumpt. Die bei der Entwässerung auftretenden Gase und Dämpfe: Schwefelammonium, Schwefelcyanwasserstoff, Pyrrolbasen, Kreosot und Carbolsäure, müssen unter den nothwendigen Sicherheitsmassregeln durch eine Feuerung vernichtet werden.

Die **Destillation des entwässerten Theers** nimmt man in grossen gusseisernen Kesseln auf freiem Feuer vor, wobei nur ihr Boden vor der Stichflamme zu schützen ist. Es gehen zuerst die Gase (Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium), zwischen 100° und 250° die leichtesten Oele, die sogen. Essenzen (Benzin), über. Bei 250° siedet der Theer, womit der eigentliche Destillationsprocess beginnt.

Das Destillat wird in das Rohöl und in die Rohparaffinmasse geschieden. Durch den reichen Gehalt an Paraffin erstarrt die Masse schon bei gewöhnlicher Temperatur; sobald sich dies bei einer genommenen Probe zeigt, wird das nächstfolgende Destillat als Rohparaffinmasse gesondert. Es handelt sich dann um die Reinigung des Rohöls und des Rohparaffins, während das Residuum in der Destillirblase harte Koks, die zur Feuerung benutzt werden können, darstellt.

Reinigung der Rohparaffinmasse*). Um die Paraffinmasse besonders vom Brandharze zu befreien, wird sie in grossen, an der Innenseite mit Blei bekleideten, in der Mitte mit einem Abflussrohr versehenen, schwach conischen Gefässen mit 3—5 % englischer Schwefelsäure behandelt. Es bildet sich hierbei eine grosse Menge schwefliger Säure, wenn die Temperatur nicht niedrig genug gehalten wird: zur Vermeidung dieses Uebelstandes darf sie nur unter +22° C., wenige Grade über dem Erstarrungspuncte der Masse, liegen. Die Mischung geschieht mittels eines durch eine Dampfluftpumpe eingeleiteten Luftstroms. Nach dem Ablassen des neu gebildeten Säureharzes folgt Auswaschen mit heissem und sodahaltigem Wasser unter Mithülfe des Luftstroms. Dann scheidet man durch Destillation die leichtern Oele ab, die dem Rohöle zugesetzt werden, und bringt das übrige Destillat in die Krystallirgefässe, prismatische, eisenblecherne Kasten, die in Kellerräumen bei einer Temperatur von 7—10° stehen.

Nachdem das auskrystallisirte Paraffin noch dreimal gepresst und zweimal mit Benzin, dem Destillate der Rohöle, rectificirt worden ist, wird es zur Entfernung des letztern nochmals eingeschmolzen und mit gespannten Wasserdämpfen behandelt. Es ist nothwendig, dass das Benzin wieder condensirt wird, was übrigens der Fabricant schon in eigenem Interesse thut.[2])

Wird Paraffin sofort zur Kerzenfabrication benutzt, so ist seine Klärung durch Beinschwarz nicht nothwendig: sonst findet es noch vielfältige Verwendung zum Tränken von Papier und Holz, in Spielwaarenfabriken zur Darstellung des wachsartigen Ueberzugs der Puppenköpfe, in Zündhölzerfabriken u. s. w.

Reinigung der Rohöle. Das Rohöl wird zuerst mit Natronlauge innig gemischt, um ausser Kreosot das Brandharz, die Carbolsäure und einen Theil des Schwefels auszuscheiden. Es werden hierdurch Schwefelammonium, die Pyrrolbasen, Ammoniak u. s. w. frei gemacht, wodurch die Arbeiter im höchsten Grade belästigt werden, wenn man nicht für eine sorgfältige Ableitung dieser Dämpfe Sorge trägt.

Nach dem Absetzenlassen und der Wegnahme des sogen. Kreosotnatrons folgt das Auswaschen und ein inniges Mischen mit Schwefelsäure, wobei die oben erwähnten Gase und Dämpfe neben schwefliger Säure wieder frei werden. Nach abermaligem Auswaschen wird die Masse über festem Natron rectificirt: das zuerst übergehende Oel hat ein spec. Gew. von 0,805—0,810, welches mit directem Wasserdampfe in eine Destillirblase abgeblasen wird, um das schon erwähnte Benzin von 0,770—0,790 spec. Gew. zu erhalten. Der Rückstand wird mit Hülfe des Feuers abgetrieben und dem Solaröl zugesetzt, dem Destillate von 0,825—0,830 spec. Gew. In einigen Fabriken werden auch Oele von 0,810—0,820 dargestellt, die man vorzugsweise Photogen nennt. Zuletzt geht ein schweres Oel (Paraffinöl, Schmieröl von 0,850—0,900 spec. Gew.) über, das oft in geringer Menge dem leichtern Oele wieder zugesetzt wird. Eigentliches Maschinenöl oder Paraffinöl (Vulcanöl) wird das beim Auspressen des Paraffins gewonnene Oel genannt, das ebenfalls mit Natronlauge und Schwefelsäure behandelt wird. Bei dieser Mischung bilden sich ammoniakalische resp. schwefligsaure

---

*) Paraffin (Parum affinis) wurde 1830 von *Reichenbach* im Holzessig entdeckt. In der Natur kommt es im Ozokerit vor.

Dämpfe, die bei geschlossenen Gefässen jedenfalls abzuleiten sind; auch sind die sauren Abfallwässer zu beachten.

Das sogenannte Kreosotnatron wird auf Kreosot und Carbolsäure bearbeitet; der schwarze und noch zähe Rückstand in der Destillirblase heisst Goudron, wenn er durch Einkochen spröde geworden ist, Asphalt.

Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Mineralölfabriken.

In sanitärer Beziehung ist zu beachten, dass die Arbeiter in den Mineralölfabriken vorzugsweise an der sogen. Theerkrätze leiden, einer Hautaffection, welche sich nach der Widerstandsfähigkeit des Hautorgans verschiedenartig gestaltet; sie kann mit einer einfachen Acne beginnen, sich aber bis zu einer ungewöhnlichen Vergrösserung der Knötchen ausdehnen; es sind die Glandulae sebaceae, welche zunächst afficirt werden, indem auf ihnen kleine Krusten entstehen, die bei Vernachlässigung zusammenfliessen und Borken erzeugen. Beim Beginne der Krankheit kann man deutlich beobachten, wie sich die theerartige Masse an den einzelnen Glandulae sebaceae ablagert, zuerst kleine schwarze Puncte bildet und allmählig kleine Pusteln und Krusten hervorruft. In andern Fällen bildet sich eine Art von Psoriasis aus, die eine an Ichthyosis erinnernde Schuppenbildung zur Folge haben kann. Die Affection gibt sich ursprünglich an den obern Extremitäten kund, welche mit den Theerölen zunächst in Berührung kommen; nur durch die zufällige Berührung der Genitalien mit den schmutzigen Händen ist die Uebertragung dieser Krankheit auf das Scrotum erklärlich. Wenn nach den Beobachtungen von Volkmann in der Klinik zu Halle sogar Hautcarcinome am Scrotum vorgekommen sind, so ist diese Krankheit durch die gröbste Vernachlässigung und einen hohen Grad von Unreinlichkeit veranlasst worden. So hat Volkmann auch einmal ein Cancroid des Augenliedes behandelt, welches höchst wahrscheinlich aus denselben schädlichen Einflüssen entstanden war.[3]) Stets wird es Kreosot und namentlich die Carbolsäure sein, welche den Theergebilden noch anhaften und in Folge der Manipulationen mit denselben die Hautaffection bedingen. Auch bei der Paraffinfabrication ist es nicht das Paraffin, welches als Krankheitsursache zu beschuldigen ist; es sind vielmehr auch hier die ausgepressten Theeröle, die durch ihren Gehalt an Carbolsäure die Krankheit erzeugen.

Jener Hodenkrebs ist dem Schornsteinfegerkrebse nahe verwandt; er wird bekanntlich durch den Russ, d. h. durch die in demselben enthaltene Carbolsäure hervorgerufen (man vergl. Russ).

In keiner Werkstatt ist die Sorge für strengste Reinlichkeit nothwendiger als in den Mineralölfabriken und überhaupt bei den Manipulationen mit den verschiedenen Theersorten.[1]) Die Herstellung von Badeeinrichtungen ist daher hier ein unumgängliches Erforderniss, denn durch regelmässige Reinigung der Haut würde allen diesen Krankheiten am sichersten vorzubeugen sein. Es ist sehr zu beklagen, dass grade in Deutschland in dieser Beziehung am wenigsten für das Wohl der Arbeiter Sorge getragen wird. Auch die Einwirkung der schwefligen Säure ist in diesen Fabriken zu beachten, da sie unter Umständen, wie schon erwähnt worden, in grosser Menge auftreten kann; nicht minder ist die Gefahr vor Explosionen stets im Auge zu behalten.

Petroleum, Erdöl, Steinöl.

Die bekanntesten Fundorte von Petroleum sind das Kaspische Meer, Rangun in Hinterindien, Pensylvanien, Canada und die Walachei. Das rohe Petroleum ist seinem äussern Ansehen nach sehr verschieden, bald von Butterconsistenz und braun, bald bierbraun und dünnflüssig. Die meisten Rohöle entwickeln schon bei gewöhnlicher Temperatur brennbare Dämpfe und sind deshalb sehr feuergefährlich. Der flüchtigste Kohlenwasserstoff unter den Gasen ist Butylwasserstoff, der bei 0° siedet; dann folgt der Amyl-, Capron-, Oenanthyl-, Capryl-, Pelargon- und Caprinwasserstoff bis zu den Kohlenwasserstoffen, die bei 180—182° sieden. Die schweren Oele haben einen Siedepunct zwischen 236—240°.

Rectification des Petroleums. Diese geschieht hauptsächlich an den Bezugsquellen und in Deutschland gegenwärtig fast nur in Hamburg. Das raffinirte Petroleum ist dem Solaröl sehr ähnlich und wird hauptsächlich zu Beleuchtungs- und Heizungszwecken verwendet.

Die Rectification beginnt in der Regel mit der fractionirten Destillation in grossen eisernen Kesseln auf freiem Feuer. Es entbinden sich hierbei Schwefelammonium, Sumpfgas, Aethylen und Kohlensäure, Gase, die stets unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln in die Feuerung zu leiten sind.

Das erste Destillat (Essenz) hat ein spec. Gew. von 0,50—0,80, das zweite, das rectificirte Petroleum, geht zwischen 130—200° C. über und wird bis zum Erstarren der Masse gewonnen; das dritte Product siedet bei 330° C. und wird bis zum Trockenwerden aufgefangen. Setzt man die Destillation bis zum Trocknen fort, so bildet sich Leuchtgas und Koks bleiben zurück.

Jedes Fractionirungsproduct oder das ganze Destillat wird mit Natronlauge behandelt, um die Essig- und Buttersäure, die Carbolsäure, das Kreosot und die Harze zu binden. Es entwickelt sich hierbei viel Ammoniak, das in den Schlot abzuleiten ist, während beim Zumischen der Schwefelsäure, welche die Pyrrolbasen u. s. w. bindet und die schwefelhaltigen und harzartigen Körper zersetzt, viel schweflige Säure auftritt, die ebenfalls abzuleiten ist.

Bei dem Auswaschen dürfen die sauren Abfallwässer nicht frei abfliessen, sondern müssen mit Kalk versetzt werden.

Um das Petroleum gänzlich von der Essenz zu befreien, muss es noch mit Wasserdämpfen behandelt werden. Die Menge von Paraffin ist so gering, dass sich seine Gewinnung nicht lohnt.

Ausser der Essenz unterscheidet man unter den sehr flüchtigen Körpern noch Cymogen, ein gasförmiges Product, welches mittels der Compressionspumpe verdichtet werden kann und bei 0° siedet; es ist wahrscheinlich identisch mit Butylwasserstoff.

Rhigolen nennt man den Körper, welcher bei 18,3° C. siedet; Gazolen benutzt man zum Carburiren des Leuchtgases; diese Benennungen kommen aber mehr im Handel als in der Wissenschaft vor. So hat man auch der rectificirten Essenz nach ihrer Flüchtigkeit, d. h. nach ihrem Siedepunct und spec. Gew., verschiedene Benennungen beigelegt, wobei namentlich die Art der Benutzung massgebend gewesen ist. So unterscheidet man im Handel folgende Destillationsproducte:

1) Petroleum-Aether (auch wohl Kerosolen, Rhigolen, Sharewoodoil genannt) von einem Siedepuncte bei 40—70° C. und dem spec. Gew. 0,65—0,66, der namentlich als Lösungsmittel für Kautschuk und Harze dient.

2) Gasoline (auch Canadol genannt) siedet bei 70—90° C., hat ein spec. Gew. von 0,66—0,69 und dient zur Extraction von Oelsamen, zur Wollentfettung und Leuchtgasfabrication.

3) Benzin siedet bei 80—110° C., hat ein spec. Gew. von 0,69—0,70 und dient vorzugsweise als Fleckwasser zum Reinigen seidener Stoffe in Reinigungs-Anstalten; man nennt es auch Petroleumbenzin zum Unterschiede von dem im Steinkohlentheer enthaltenen Benzol C_6H_6.[1])

4) Ligroïn siedet bei 80—120°, hat ein spec. Gew. von 0,71—0,73 und kann in besondern Lampen, den sogen. Ligroïnlampen, verbrannt werden.

5) Putzöl, dessen Siedepunct bei 120—170° C. liegt und dessen spec. Gew. 0,72—0,75 beträgt, dient zum Putzen von Maschinentheilen und als Surrogat von Terpentinöl.

6) Das raffinirte Petroleum heisst auch Petrosolaröl oder Kerosen.

Alle Rectifications-Anstalten für Petroleum bedürfen einer besondern Concession: abgesehen von den damit verbundenen Gerüchen ist es auch die Feuergefährlichkeit, welche diese Fabrication in Städten oder bewohnten Orten nicht zulassen darf. In England bestimmte eine Parlaments Acte von 1862 für Liverpool, dass die Entfernung von Wohngebäuden wenigstens 75 Fuss betragen müsse: es ist aber höchst bedenklich, für eine solche Entfernung ein bestimmtes Mass festzusetzen, da viele örtliche Verhältnisse eine weit grössere erfordern. Anstalten dieser Art dürfen z. B nicht in der Nähe von Canälen und Flüssen liegen, damit das brennende Oel, welches auf dem Wasser schwimmt, nicht weiter fortgetrieben zur Ausdehnung von Feuersbrünsten beitrage: sie gehören in jeder Beziehung in die Kategorie der Pulvermühlen.

Beim Transport der Fässer für rohes Petroleum müssen diese von aussen mit Oelfirniss unter Zusatz von Lenzin und an der Innenseite mit flüssigem, schwarzem Pech oder Wasserglas angestrichen werden (cfr. Betriebs-Reglement für Eisenbahnen vom 10. Juni 1870 wegen des Transports von Petroleum und Petroleum-Naphta [Ligroïn]).

Bei der Aufbewahrung des rohen Petroleums hat sich das Theerhofsystem bewährt: der Theerhof muss ganz isolirt von der Stadt liegen und zur Aufbewahrung sämmtlicher feuergefährlicher Substanzen dienen Der Stadt dürfen nur solche Flüssigkeiten zugeführt werden, die unter 30° R. keine feuergefährlichen Gase und Dämpfe entwickeln: von denjenigen feuergefährlichen Waaren, die erst über 30° R. entzündliche Gase entwickeln, dürfen nur in Quantitäten von 3 Centnern (= 1 Baral) auf Lager gehalten werden.

Ausser dem Rohpetroleum, der Harzessenz (Pinolin), dem Terpentinöl, den leichten Steinkohlentheerölen, Benzol u. s. w. gehört besonders die Petroleumessenz zu den feuergefährlichen Waaren.[2])

Die **Wirkung der Essenz auf den thierischen Organismus** ist nach ihrer Beschaffenheit verschieden: das erste Destillat von Rohpetroleum aus Canada, welches reich an geschwefelten Kohlenwasserstoffen ist, erzeugte während der Verdunstung von nur 10 Tropfen in dem grossen Glaskasten bei einem Kaninchen nach 10 M. die heftigsten tonischen und klonischen Krämpfe: selbst nach der sofortigen Herausnahme trat mehrmals ein heftiger tetanischer Krampf ein, welcher bei einem andern Kaninchen sofort letal endete.

Bei der Section fielen hinter beiden Bulbi ein dünnes Blutextravasat, besonders aber die starke Anfüllung des ganzen Herzens mit geronnenem Blute, die braunrothe, hyperämische Lunge und ein blutiger Schleim auf der Trachealschleimhaut auf.

Dagegen vermochten die Dämpfe von 1,5 Grm. Essenz aus Wallachischem Petroleum eine junge Katze erst nach 25 M. in einen anästhetischen Zustand zu versetzen, der aber mit convulsivischem Zittern begleitet war. 15 M. nach dem Versuche vermag sich das Thier zwar wieder aufzurichten, verharrt aber in einem Zustande von Betäubung, in welchem es nach 3 Stunden unter heftigem Tetanus hinstürzt und stirbt.

Hier fiel bei der Section die Anfüllung des übrigens schlaffen Herzens mit flüssigem und wenig geronnenem Blute auf, dagegen erschienen die Lungen hellroth und emphysematös.[3])

Die Arbeiter in den Petroleum-Raffinerien werden besonders von der Einwirkung der Essenz ergriffen, wenn sie in die Bottiche steigen, um etwaige Destillationsrückstände herauszunehmen; nach den Erfahrungen des Verfassers stürzen sie dann wie betäubt hin, bekommen ein bleiches Gesicht, livide Lippen, einen schwachen, kaum hörbaren Herzschlag, respiriren langsam mit schwachem Schleimrasseln, bisweilen durchfahren auch convulsivische Zuckungen den Körper, wie dies auch bei den Versuchsthieren der Fall ist. Die Asphyxie geht unfehlbar in den Tod über, wenn der Betroffene nicht sofort dem gefährlichen Medium entzogen wird; an der Luft äussern Wasserbespritzungen, Reiben und ähnliche Reizmittel meist bald ihre belebende Wirkung auf Respiration und Herzthätigkeit. Sind die Verunglückten ihrer Glieder und Muskeln wieder mächtig, so geberden sie sich oft wie Betrunkene, indem sie wild um sich schlagen, grunzen oder laut aufschreien; kommen sie mehr zum Bewusstsein, so stossen sie Alles von sich, um sich der Ruhe und dem starken Schlafbedürfnisse ergeben zu können. Bei dem Erwachen zeigen sich dann noch mehr oder weniger Schwindel und Ohrensausen, ganz dieselben Erscheinungen,

welche gewöhnlich auch dem asphyktischen Zustande vorangehen; dabei bleibt noch längere Zeit ein Geruch und Geschmack nach der Essenz zurück.

Selbstverständlich sind auch hier die Vergiftungs-Erscheinungen mit ihren Folgen mehr oder minder heftig, je nach der Natur der verschiedenen Essenzen. Wo nur geschwefelte Kohlenwasserstoffe auftreten und sich geltend machen, da soll man die grösste Vorsicht gebrauchen, weil jede Unvorsichtigkeit mit dem Tode bestraft wird; die Wirkung ist oft blitzschnell und jede Hülfe machtlos, wenn sie nicht sehr schnell zur Anwendung kommt. Wie vielseitig die **Verwendung** der Essenz ist, geht aus den oben erwähnten Körpern, die aus derselben gewonnen werden, hervor.

Die **Aufbewahrung** der Essenzen darf nur in gut verschlossenen Weissblechflaschen geschehen, damit die flüchtigen Gase den Lagerraum nicht erfüllen, der übrigens nie mit einem offnen Lichte, sondern höchstens mit einer *Davy*'schen Sicherheitslampe betreten werden darf.

Raffinirtes Petroleum. In England und America wird das Petroleum selten so vollständig raffinirt wie auf dem Festlande; deshalb siedet das Englische Petroleum oft bei 125° C. (100° R.) und ist wegen seines Gehaltes an flüchtigen Kohlenwasserstoffen sehr entzündlich, obgleich in America und England gesetzlich keine Oele in den Handel gebracht werden dürfen, die bei 100° F. (38° C. oder 30° R.) brennbare Gase entwickeln. Ein gut gereinigtes Petroleum soll erst bei 200° C. (160° R.) sieden; in einem solchen Zustande ist es auch nicht feuergefährlich und kann daher in grösseren Quantitäten in Städten abgelagert werden; nur dürfen die Fässer keine Verdunstung nach aussen zulassen. Für den Detailverkauf muss es in kleinern Blechgefässen aufbewahrt werden und darf der Vorrath 30 Pfund in den Verkaufslocalen nicht übersteigen.[4])

Als Regel kann man aufstellen, dass der Entflammungspunct eines gut raffinirten Petroleums über 43° C. liegt. Neuerdings setzt man aber häufig absichtlich Essenzen zu schweren Oelen, um aus letztern grössern pecuniären Gewinn zu ziehen; dann kann eine Entzündung je nach der Menge dieses Zusatzes schon bei 30° C., ja sogar bei 23° C. eintreten. Wenn man dadurch ein dem reinen Petroleum annäherndes specif. Gewicht erzielt, so wird diesem jedoch der normale Siedepunct nicht entsprechen; es kommen im Handel Petroleumsorten vor, die 25—41 % Essenz enthalten, deren spec. Gew. 0,790 beträgt und deren Siedepunct bei 170—175° C. liegt. Indem die gewöhnlichen Lampen nicht diesen Verhältnissen entsprechend construirt sind, weil die schweren Oele einer reichlichern Sauerstoffzufuhr bedürfen, so wird der Lichteffect hierdurch sehr gemindert; aber auch Explosionen können eintreten, wenn das Gasgemisch durch die Wärme ausgedehnt wird, durch den Zug des Cylinders in die Flamme geräth und hier explodirt (s. S. 360).

Um das Petroleum auf seinen Gehalt an leichten Kohlenwasserstoffen zu prüfen, fülle man ein graduirtes Reagensglas mit dem zu prüfenden Oele, schliesse das offene Ende mit dem Finger und stülpe es in ein Gefäss mit Wasser um, dessen Temperatur zwischen 43—44° C. betragen muss. Entwickeln sich hierbei flüchtige Gase, so werden sie sich im obern Theile des Glases ansammeln und eine entsprechende Verdrängung des Oels aus dem Glase bewirken.

Kreosot.

Kreosot wird aus dem Buchholzentheer erhalten, besteht aus Kreosol $C_8H_{10}O_2$ und Guajacol $C_7H_8O_2$ und gehört eigentlich zur Toluol-Reihe, findet aber in industrieller Beziehung hier einen geeigneteren Platz.

Einwirkung der Dämpfe von Kreosot auf den thierischen Organismus. 1) Einem Kaninchen, das in der Glasglocke sitzt, werden die Dämpfe von 20 Tropfen Kreosot zugeleitet. Unter grosser Unruhe und starkem Augenthränen fällt es nach 7 Min. auf die Seite und zittert am ganzen Körper. Die Hornhaut ist weisslich getrübt und die Augen stehen hervor; ein weisslicher Schleim fliesst aus dem Maule und den Augen. Nach 15 M. Herausnahme in Narkose bei sehr verminderter Reflexerregbarkeit; einzelne Zuckungen durchfahren den Körper; jede Zuckung schnellt auch das Herz gegen die Brustwand; röchelndes Athmen, Temperatur fast normal, Pupillen in mittler Contraction. Nach 30 M. stockt plötzlich die Respiration; während flüssiges Blut aus der Nase fliesst, tritt der Tod ein.

Section nach 12 Stunden. Hirnhäute hyperämisch; an der Basis des Gehirns war jedes Gefässchen der weichen Hirnhaut strahlenförmig von ausgetretenem Blute eingefasst. Lungen blauroth gefärbt; im rechten untern Lungenlappen einzelne geronnene Blutklümpchen; die Ränder der Lungen emphysematös; die Schleimhaut der Luftröhre rothbraun und mit einer dünnen Lage flüssigen Blutes bedeckt. Der rechte Vorhof

des Herzens mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt, im rechten und linken Ventrikel ein halber Theelöffel voll flüssiges Blut; überall herrschte sonst das geronnene Blut vor. Die Harnblase ist mit schwärzlich gefärbtem Urin angefüllt. In allen Höhlen war der Geruch nach Kreosot deutlich.

2) Ein starkes Meerschweinchen wurde 30 M. lang den Dämpfen, die wiederholt den Zinkkasten ganz anfüllten, ausgesetzt. Es zeigten sich starker anhaltender Husten, eine angestrengte Respiration, Zuckungen, Taumel, dann Bauchlage mit gespreizten hintern Extremitäten. Das Schleimrasseln in den Bronchien hielt mehrere Tage lang an, das Thier verhielt sich einige Zeit ruhig, erholte sich aber vollständig.

Merkwürdig ist der Unterschied in der Wirkung von Kreosot-Dämpfen auf verschiedene Thiere. Unter den Krankheits-Symptomen sind die Erscheinungen der Irritation, das Thränen der Augen, das Speicheln, der starke Husten, das angestrengte und röchelnde Athmen, ferner die Zuckungen und die krampfhafte Herzbewegung hervorzuheben. Die Trübung der Hornhaut entsteht durch die Coagulation der Albuminate; eine eigentliche Augenentzündung wird nicht durch die Kreosot-Dämpfe veranlasst; wo sie auftritt, kann man auf die Gegenwart von Carbolsäure schliessen (s. Phenol). Auch bei Vergiftungen durch Ingestion von Kreosot hat man ausser den entzündlichen Contactwirkungen auf den Schleimhäuten des Mundes, Schlundes u. s. w. noch Speichelfluss, Kopfschmerz, Schwindel und Bewusstlosigkeit, gestörte Respiration und starken Husten mit schaumigem Auswurf beobachtet; dabei war der Urin schwärzlich gefärbt, eine Erscheinung, die sich bei dem durch Dämpfe umgekommenen Kaninchen sehr deutlich zeigte. Die Einwirkung des Kreosots auf **das Blut** macht sich auch durch das Geronnensein desselben in der Leiche und durch die Enstehung von Blutaustretungen bemerkbar. Hiermit verbindet sich die bestimmt ausgesprochene Wirkung auf die Nervencentren; es steht daher soviel fest, dass man in der Industrie alle Ursache hat, sich vor den auftretenden Kreosot-Dämpfen zu schützen.

Die **Darstellung von Kreosot** hängt mit der Theerschwelerei zusammen, indem man durch trockne Destillation des Buchenholzes zunächst den Holztheer*) gewinnt, wozu man sich in Russland und Schweden der sog. Thermokessel bedient (s. S. 421). Durch Behandeln des schweren Theeröls mit Natronlauge entsteht Kreosotnatron, das durch Schwefelsäure zersetzt wird, wobei neben kreosothaltigen Dämpfen Schwefelwasserstoff und Kohlensäure auftreten; diese Gase und Dämpfe sind sorgfältig **abzuleiten.**[1])

Leuchtgas.

Die trockne Destillation der Steinkohle liefert einen deutlichen Beweis, wie sehr der Grad der Wärme die Zersetzungsproducte der organischen Substanz beeinflusst und wie mit der Steigerung der Zersetzungstemperatur immer einfachere Zersetzungsproducte auftreten. Wird die Steinkohle langsam einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, so erhält man eine Menge flüssiger Kohlenwasserstoffe, welche zu den Methylverbindungen gehören. Es treten ferner feste Kohlenwasserstoffe auf, welche zur Gruppe des Paraffins zu zählen sind, während die stickstoffhaltigen Verbindungen die Picolin- und Pyrrolbasen bilden. Gleichzeitig werden aber auch besonders zu Ende der

*) Der Holztheer wird wegen seines Gehaltes an Kreosot besonders in Schiffsräumen als Desinfectionsmittel benutzt, indem man glühende Ketten in Theer taucht, um dadurch Theerdämpfe zu entwickeln. Dieses rohe Verfahren hat schon häufig Schiffsbrände mit ihren schrecklichen Folgen veranlasst, da sich der Theer hierbei leicht entzündet und auch die mit Theerdampf geschwängerte Luft in den verschiedenen Räumen zur Detonation gelangen kann; man sollte daher endlich dieser Methode Einhalt thun und sie gänzlich verbieten.

Destillation Sumpfgas, Aethylen, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlensäure neben Cyan, Ammoniak und Schwefelwasserstoff auftreten. Anders gestaltet sich der Hergang, wenn die Kohle sofort in rothglühende Retorten gegeben wird; man erhält zwar ganz ähnliche Körper, dieselben gehören aber einer ganz andern Gruppe an. Die flüssigen Kohlenwasserstoffe zählen zur Benzol-Gruppe und Naphthalin tritt als fester Kohlenwasserstoff auf, während sich unter den Gasen Leuchtgas in grosser Menge zeigt, bis bei Beendigung der Operation ausser Kohlenoxyd und Ammoniak hauptsächlich Wasserstoff gebildet wird.

Bei der Leuchtgasfabrication sucht man möglichst die flüssigen und festen Kohlenwasserstoffe zu beseitigen und dafür die gasförmigen zu gewinnen und zu vermehren.

Die wichtigsten Operationen bei der Leuchtgasfabrication sind:

1) Die **Destillation**. Sie geschieht in gusseisernen oder gegenwärtig fast allgemein in thönernen Retorten von verschiedener Form, die eines liegenden D wird vielfach verwendet; die Heizung erfolgt von aussen. Auf die Retorte wird ein eisernes Mundstück geschraubt und sorgfältig verkittet; dasselbe befindet sich ausserhalb der Feuerung und hat nach oben ein Abzugsrohr, auf welches ein gusseisernes Rohr (Aufsteigerohr) zur Leitung des Gases in die Vorlage aufgesetzt wird. Die Vorlage (Hydraulik, Trommel) ist ein weites gusseisernes, horizontal liegendes Rohr, welches gewöhnlich cylindrisch ist und über eine ganze Ofenreihe hin verläuft. In diese Vorlage münden die Aufsteigeröhren aller Retorten unter Wasserverschluss, um alles Gas von der Retorte abzusperren.

2) Die **Condensation** der aus der Vorlage entweichenden flüchtigen Destillationsproducte wird mittels einer Reihe verticaler, untereinander verbundener Röhren, die auf einem eisernen viereckigen Kasten stehen, bewirkt. Durch ein am Kasten angebrachtes Rohr gelangt die condensirte Flüssigkeit, Theer und Gaswasser, in gut cementirte Cisternen, in welchen sich der Theer zu Boden senkt und das angesammelte Gas- oder Ammoniakwasser zeitweilig abgelassen wird.

Nach der Condensation lässt man das Gas noch auf eine zweckmässige Weise durch senkrechte, mit Koksstücken angefüllte Cylinder streichen; man nennt dieselben Kokscondensatoren, Schrubber (Scrubber) oder Wascher. Hier setzen sich noch viele mit den Gasen fortgerissene Theertheilchen ab, während andererseits denselben schon hier ein Theil des Schwefelwasserstoffs resp. Schwefelammoniums entzogen wird. Mittels des sogenannten Schaukeltroges fliesst von oben beständig Wasser auf die Koks, das unten aufgesammelt wird. Statt dieser Vorrichtung nimmt man bisweilen auch eine Waschung des Gases in Mischapparaten vor; in beiden Fällen muss man stets für die Ansammlung des gebrauchten Wassers in wasserdichten Reservoirs Sorge tragen.

Bisweilen schaltet man noch zwischen den Condensatoren und dem eigentlichen Reinigungsapparat einen Exhaustor oder Aspirator ein, wozu man vorzüglich den Glocken-Exhaustor oder eine Art von hydraulischer Luftpumpe benutzt. Es soll dadurch der Druck in den Retorten vermieden werden, damit das Gas durch die Poren und Risse derselben nicht entweiche; um indess zu verhüten, dass neben dem erzeugten Gase auch die Verbrennungsgase durch etwaige Retortenrisse mit angesaugt werden, dienen die sogenannten Regulatoren, die bei richtigem Stande des Manometers im Saugrohre die Thätigkeit des ganzen Apparates überwachen.

3) Die **Reinigung des Leuchtgases** bezweckt die Wegnahme derjenigen Bestandtheile desselben, welche seinen Gebrauch benachtheiligen resp. seine Leuchtkraft beeinträchtigen oder aber beim Verbrennen giftige Producte liefern. Man muss beim Leuchtgase unterscheiden: a) die leuchtenden Bestandtheile oder Lichtgeber, welche aus Gasen (Acetylen, Aethylen) und Dämpfen (Benzol, Naphthalin, Propylen, Butylen u. s. w.) bestehen; b) die verdünnenden Bestandtheile (Wasserstoff, Methylwasserstoff, Kohlenoxyd); c) die verunreinigenden Bestandtheile (Kohlensäure, Ammoniak, Cyan, Schwefelcyan, Schwefelwasserstoff, geschwefelte Kohlenwasserstoffe, Stickstoff).

Unter allen Umständen muss das Leuchtgas frei von Schwefelverbindungen sein, weil sie bei der Verbrennung die Entwicklung der schwefligen Säure bedingen, welche hauptsächlich der Gesundheit nachtheilig ist und ausserdem auch auf gefärbte Stoffe, Pflanzen u. s. w. schädliche Einwirkungen ausübt.

Der Schwefel ist grösstentheils in Form von Schwefelwasserstoff resp.

Schwefelammonium und geschwefelten Kohlenwasserstoffen im rohen Leuchtgase enthalten. Durch Behandlung desselben mit Kalk wird die Wegnahme des Schwefelammoniums, der Kohlensäure und des Cyans erreicht: dagegen werden die geschwefelten Kohlenwaserstoffe nur zum geringsten Theil zerlegt; man soll sich daher hauptsächlich solcher Kohlen zur Leuchtgasfabrication bedienen, die möglichst arm an Schwefelkies sind. Man hat auch empfohlen, das Gas zunächst über bis zu 260 - 375° C. erhitzten Thon zu leiten, um die schwefelhaltigen Verbindungen zu zerlegen; das hierdurch gebildete Schwefelwasserstoffgas würde dann vom Kalke absorbirt. Das Calciumhydrat wird auf Hürden ausgebreitet, die man in luftdicht verschlossenen, eisernen Kasten einsetzt, in welche das Leuchtgas eindringt; es nimmt die Schwefelverbindungen unter Bildung von Einfach-Schwefelcalcium (Calciumsulfid), die Cyanverbindungen unter Bildung von Cyancalcium resp. Schwefelcyancalcium und die Kohlensäure unter Bildung von Calciumcarbonat auf.

Ammoniak geht mit Calciumhydrat keine Verbindung ein und ist ihm höchstens mechanisch beigemengt; deshalb darf es bei einem ordentlichen Betriebe nur im freien Zustande in den Reinigungskasten vorhanden sein, was bei Gegenwart von überschüssigem Kalk ermöglicht wird.

Schwefelammonium tritt nur unter besondern Umständen auf, wenn nämlich der Kalk gesättigt ist und den Schwefelwasserstoff nicht mehr zu binden vermag; bei überschüssigem Kalk wird man weder Schwefelammonium noch Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium antreffen.

Sobald dieser Gaskalk mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, wird zuerst Cyanwasserstoff resp. Schwefelcyanwasserstoff frei, weil der überschüssige Kalk sowie Cyan- und Schwefelcyancalcium die Kohlensäure der atmosphärischen Luft absorbiren und hiedurch die Zersetzung der entsprechenden Verbindungen veranlasst wird. Die Hauptbestandtheile des Gaskalks bleiben Schwefelcalcium, Schwefelcyancalcium und Calciumcarbonat neben Calciumhydrat und carbolsaurem Calcium; durch die Oxydation an der Luft verwandelt sich aber das Schwefelcalcium in unterschwefligsaures, schwefligsaures und schliesslich in schwefelsaures Calcium.

Der üble Geruch des Gaskalks rührt hauptsächlich von der ihm beigemengten Carbolsäure und der Butter- und Baldriansäure, auch möglicherweise von dem freiwerdenden Schwefelwasserstoff her. Die Arbeiter, welche sich mit dem Reinigen und Entleeren dieser Kasten beschäftigen, leiden häufig an Augenentzündungen, welche durch die Einwirkung des reizenden Staubes und der Carbolsäure veranlasst werden. Sehr zweckmässig ist es, dass sich dieselben bei diesem Geschäfte das Gesicht mit einem nassen Schleier behängen: die Feuchtigkeit absorbirt die Gase dann vollständig. Weder Kalk noch Kalkmilch, die zur Reinigung des Leuchtgases gedient haben, dürfen in uncementirten Gruben aufbewahrt werden. Ebenso wenig ist die Abfuhr des Gaskalks in Flüsse zulässig, weil die Fische dadurch zu Grunde gehen; selbst das einfache Lagern an der frischen Luft ist für die nächste Nachbarschaft sehr belästigend. Das beste Mittel, den Gaskalk unschädlich zu machen, besteht im Versetzen desselben mit Eisensalzen; auch hat man ihn in Flammenöfen calcinirt, bis er grösstentheils in Gips übergegangen ist, in neuerer Zeit durch Behandeln mit calcinirter Soda zur Darstellung von unterschwefligsauren Salzen und Cyanverbindungen benutzt. Als Dungmittel kann der Gaskalk nur dann gebraucht werden, wenn er so lange an der Luft gelagert hat, dass sich sämmtliche Schwefelmetalle in schwefelsaure Salze verwandelt haben. Im Allgemeinen darf man aber den Gaskalk nicht mit Substanzen vermischen, welche einer raschen Verwesung unterworfen werden sollen, da er durch schnelle Sauerstoff-Absorption die verwesbare Substanz vor der Verwesung schützt und demnach die Bildung von Ammoniak aus der düngenden Substanz verlangsamt.

Als Reinigungsmittel des Gases ist Kalk und Eisenvitriol vorzuziehen; ein Gemisch von Sägespänen, Kalk, Eisen- oder Mangansalzen kann durch Ausbreiten an der Luft wieder regenerirt werden; aus dieser Ursache ist das *Laming*'sche Mittel sehr beliebt geworden. Man mengt 3 Aeq. Kalk mit 1 Aeq. Eisenchlorid und erhält dann bei Gegenwart von Wasser Chlorcalcium und Eisenoxydhydrat. Bei der Einwirkung des Leuchtgases verbinden sich die Kohlensäure und das Ammoniak mit dem Chlorcalcium zu Calciumcarbonat und Chlorammonium, während der Schwefelwasserstoff mit dem Eisenoxydhydrat Wasser, Schwefel und Schwefeleisen liefert.

Bei einem grossen Betriebe bedarf man zum Regeneriren eines besondern, die Kosten vermehrenden Raumes; besser eignet sich das Verfahren für kleinere Anstalten, wenn man die Oberfläche des Retortenofens zum Trocknen benutzen kann.[1])

Aufsammlung des Gases. Aus dem Reinigungsapparat gelangt das Gas in den sogen. Gasometer, in die bekannte cylindrische Trommel von Eisenblech, welche in Wasser umgestürzt ist. In sanitärer Beziehung ist hier ganz besonders darauf zu

achten, dass die ausgemauerten Cisternen vollkommen wasserdicht sind, damit das mit Carbolsäure und Theersubstanzen geschwängerte Wasser nicht in den Boden dringt und die benachbarten Brunnen verdirbt. Die Erfahrung liefert hinreichende Belege dafür, dass auf diese Weise das Trinkwasser für lange Zeit verdorben werden kann.

Die **Vertheilung des Gases**, welche vom Gasbehälter aus durch eiserne Röhren bewirkt wird, hat ein bedeutendes sanitäres Interesse. Es ist hierbei zu berücksichtigen: 1) das richtige Verhältniss zwischen den Dimensionen der Röhren und der Menge des Gases, welche sie durchlassen sollen; 2) der dichte Verschluss der Röhren, 3) die mögliche Verstopfung der Röhren durch Naphtalin, 4) die Beschaffenheit des Bodens, in den die Röhren gelegt werden.

Wo Sand vorherrscht, ist das Einschlemmen der Röhren in Thon und Lehm unerlässlich; entströmt das Leuchtgas auf seiner Wanderung den Röhren, so kann es nicht bloss in die Brunnen, sondern auch erfahrungsgemäss in menschliche Wohnungen eindringen. Beim Eindringen in die Brunnen kann sich das Gas über dem Wasser schichten und für die Arbeiter, welche sich in dem Brunnenschacht beschäftigen, höchst verderblich werden.

Humöse Substanzen absorbiren Kohlenoxyd leicht, die Vegetation leidet daher vorzüglich in Folge der Imprägnation des Bodens mit Kohlenoxyd resp. Ammoniak und Phenol. Grössere Bäume lassen diesen nachtheiligen Einfluss durch Abblättern und allmähliges Absterben erkennen[2]); niemals tödtet das Leuchtgas in erster Linie die Blumen und Blätter der Pflanzen.*)

Für die **Leitung des Gases in Wohnungen** sind jetzt fast allgemein Bleiröhren eingeführt; kupferne Röhren sind zu verwerfen, weil sich in ihnen Acetylen mit seinen bekannten explosiven Eigenschaften ansammeln kann. Die besten Röhren sind die aus Schmiedeeisen dargestellten, wenn man sie vorher im Innern geölt hat; Röhren von Zink passen nicht, weil sich das Oxyd desselben in ammoniakalischer Flüssigkeit löst; Zinnröhren sind zu theuer. Bei den Bleiröhren ist zu beachten, dass man dieselben, wenn sie im Kalkverputz liegen, nicht durch Einklopfen von Nägeln beschädige; auf diese Weise sind bereits langsam entstehende Leuchtgas-Vergiftungen verursacht worden. Auch Ratten können solche Röhren, wenn sie unter dem Fussboden verlaufen, anfressen; von der Holzwespe (Sirex juvencus und gigas) ist es bekannt, dass sie sogar Bleiplatten durchzubeissen vermag.

Vermischt sich das Leuchtgas in Wohnungen mit atmosphärischer Luft, so müssen wenigstens 6—7% Gas in ein Local eingeströmt sein, um ein explosives Gemenge zu erzeugen. Mischungen von 1 Vol. Leuchtgas mit 10—16 Vol. atmosphärischer Luft erzeugen die stärksten Explosionen.

Gewöhnlich gibt sich schon ein Austritt von 0,5% Leuchtgas durch den Geruch zu erkennen, obgleich man sich hierauf allein nicht verlassen kann, da Fälle vorgekommen sind, dass Leuchtgas, welches auf seiner Wanderung durch einen lockern Sandboden seine Riechstoffe eingebüsst hatte, in Folge besonderer Verhältnisse in Wohnungen eingedrungen ist und bei verschiedenen Insassen derselben lebensgefährliche Vergiftungen erzeugt hat, ehe die Ursache derselben entdeckt wurden.

Die **Erscheinungen der Vergiftungen durch Leuchtgas** stimmen im Allgemeinen mit denen der Kohlenoxyd-Vergiftungen überein. Das Krankheitsbild kann nur durch die Beschaffenheit des Leuchtgases modificirt werden; je unreiner dasselbe ist, je reicher es namentlich an geschwefelten Kohlenwasserstoffen ist, desto rascher tritt auch der Tod ein. In der Regel bedingt aber Kohlenoxyd nebst mehr oder weniger Kohlensäure und Ammoniak die Entstehung und den Ablauf der Vergiftung.

---

*) Versuche, welche der hiesige Magistrat hat anstellen lassen, ergaben, dass schon eine Menge von 25 Kubikfuss Leuchtgas, täglich auf 576 Kubikfuss Boden vertheilt, die Wurzelspitzen der Bäume, welche mit ihm in Berührung kommen, tödtet; je fester der Boden, desto früher tritt die Folge davon ein. Die Kugelakazie, der Götterbaum u. s. w. zeigen sich hierbei viel empfindlicher als die Birke und der Ahorn. Am schädlichsten offenbart sich die Wirkung während der Wachsthumsperiode der Bäume und weniger während des Winters. Man hat vorgeschlagen, die Gasleitungsröhren in weite Röhren einzulegen, welche nach aussen münden und in den Candelaberpfählen bis zu den Brennern hinausgeführt werden; am sichersten ist es, stets für die grösste Dichtigkeit der Röhren Sorge zu tragen.

Von diesen Beimengungen hängt beim Sectionsbefunde namentlich die Farbe der Lungen und des Blutes ab, so dass sich die verschiedenen Angaben über dieselben hierdurch erklären lassen. Je mehr Kohlenoxyd bei einer Vergiftung vorgewaltet hat, desto lebhafter ist die rothe Farbe der Lungen und des Blutes; man beobachtet dann die helle Kirschröthe, das Zinnoberroth oder das Rosaroth der Lunge auf dunkelbraunem Grunde; die Farbe der Lunge und übrigen Organe sowie der Schleimhäute der Respirationswege hängt von der Blutfarbe ab.[3])

Beim Leuchtgase bleiben die gefährlichsten Fälle der Vergiftungen diejenigen, welche in den Häusern vorkommen, wo aller Gasconsum fehlt und nur in Folge von Ausdünstungen geborstener Gasleitungen in den Strassen das Leuchtgas in die Häuser gedrungen ist. Merkwürdige Ereignisse dieser Art, die selbst von Aerzten verkannt und für typhöse Erkrankungen erklärt wurden, hat *v. Pettenkofer* mitgetheilt.[4])

Solche Vergiftungen ereignen sich meist im Erdgeschoss, welches aber mehr als 20 Fuss von der Ausströmungsstätte selbst entfernt liegen kann; dass sie fast nur im Winter vorkommen, erklärt sich *v. Pettenkofer* aus dem Zuge, welchen das Haus in der Grundluft, in der sein Fundament ruht, dadurch verursacht, dass es im Innern wärmer ist als die äussere Luft, so dass es wie ein geheizter Kamin auf seine Umgebung wirkt. Diese Thatsache beweist immerhin, dass man alle Ursache hat, für die Reinheit des Untergrundes zu sorgen, obgleich im vorliegenden Falle doch auch der Druck, der von dem Gasometer aus auf die Fortführung des Gases mächtig einwirkt, sehr in Anschlag zu bringen ist; hierdurch werden Verhältnisse geschaffen, wie sie gewöhnlich nicht vorkommen.

Bei der **Benutzung des Leuchtgases** für Wohnungen vermisst man in der Regel die erforderliche Vorsicht, so dass man in der That über die Seltenheit der dadurch herbeigeführten Unglücksfälle erstaunen muss, unter denen übrigens Explosionen durch das in Wohnräumen angesammelte Gas schreckliche Folgen haben können. Als Hauptregel muss 1) gelten, dass der Haupthahn der Röhrenleitung während der Nacht stets geschlossen bleibt; 2) öffne man ihn beim Gebrauche des Gases nur so weit als nöthig ist, um die erforderliche Menge desselben durchzulassen, 3) verschliesse man sofort den Haupthahn, wenn die Brenner gelöscht werden; 4) betrete man niemals mit einem brennenden Lichte einen Raum, in welchem man die Ansammlung von Leuchtgas befürchtet, zunächst sorge man hier für eine gehörige Lüftung durch Oeffnen der Thüren und Fenster.[5])

Nachweis des Leuchtgases in bewohnten Räumen. Das Leuchtgas gibt sich durch seine Verunreinigung zu erkennen; man aspirire die Luft und leite sie durch absoluten, mit Ammoniak gesättigten Alkohol, dem man eine concentrirte wässrige Lösung von Bleiacetat im Verhältniss von 10:20 zusetzt; ein gelbrother, später brauner Niederschlag beweist das Vorhandensein von Schwefelverbindungen*), ein weisser Niederschlag zeigt Kohlensäure an. Bei einer heissen Auflösung von Bleioxyd in Kalilauge bildet sich ein Niederschlag von schwarzem Schwefelblei. Durch Palladiumchlorür und Kupferchlorür weist man unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln das Kohlenoxyd nach.

Lässt man die leuchtgashaltige Luft über einen mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul getränkten Fliesspapierstreifen strömen, so wird derselbe beim Vorhandensein von Ammoniak braun bis schwarz; ein Tropfen Salzsäure hebt die Schwärze auf, indem sich Calomel bildet.[6])

Verbrennungsproducte des Leuchtgases resp. seiner Verunreinigungen. Am schädlichsten wirkt in dieser Beziehung stets die schweflige Säure ein; leiden Pflanzen in Zimmern, in welchen Leuchtgas benutzt wird, so kann es nur diese Säure sein, die hier zerstörend wirkt. Aber auch in sanitärer Beziehung sollte man für die Darstellung des Leuchtgases nur solche Kohlen gebrauchen, welche am wenigsten Schwefelkies enthalten, da es, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, sehr schwierig ist, das Leuchtgas gänzlich von Schwefelverbindungen zu befreien und es diese nur sind, welche beim Verbrennen schweflige Säure liefern. Man sollte überhaupt diesem Gegenstande eine grössere Aufmerksamkeit widmen, da es stets von der grössten Wichtigkeit ist, die Atmosphäre, welche wir einathmen, unter allen Umständen rein zu erhalten, und dies namentlich im Winter in geschlossenen Räumen. Bekannt ist es übrigens, dass das verbrennende Leuchtgas weniger Kohlensäure producirt als Petroleum (s. S. 359).

Verschiedene Arten von Leuchtgas. Seitdem Lord *Dundonald* im Jahre 1787 zuerst das Steinkohlengas zur Beleuchtung benutzt und der Schotte *Murdoch* im Jahre 1739 den ersten Apparat zur Beleuchtung mit Steinkohlengas construirt hat, ist

*) Der Schwefel verbindet sich mit den Kohlenwasserstoffen zu geschwefelten Kohlenwasserstoffen, die häufig mit Schwefelkohlenstoff verwechselt werden.

es unser Jahrhundert gewesen, welches diese Beleuchtungsmethode fast zum Allgemeingut aller civilisirten Völker gemacht hat.

le Bon hat aber schon 1799 mittels der trocknen Destillation des Holzes und *Philipp Taylor* 1815 durch Oelgas Leuchtgas dargestellt; ausserdem benutzt man jetzt hierzu die verschiedensten Substanzen, z. B. Harze und Fette, die Kalkseife, Oelkuchen, Weintrester und sogar die Fäcalmassen.[7])

Zu den verwerthbaren Nebenproducten der Leuchtgasfabrication gehört ausser dem Gaskalke (s. S. 573 u. 600), dem Ammoniakwasser (s. S. 223) und den Koks vorzüglich der Steinkohlentheer, der auch als solcher eine vielfache Anwendung findet.[8])

Darstellung der Dachpappe oder des Dachfilzes mittels Steinkohlentheers.

Benutzt man dazu bereits entwässerten Theer, so hat diese Fabrication für die Adjacenten ein weit geringeres Bedenken; in der Regel lässt man aber in solchen Fabriken die Entwässerung des Theers vorhergehen. Beim Kochen desselben entwickeln sich dann die leichten Theeröle (Benzol), Carbolsäure, Naphtalin, Schwefelammonium und Schwefelcyanammonium; die Condensation dieser Gase und Dämpfe ist sowohl wegen der Feuersgefahr als auch wegen der Belästigung der Adjacenten und der Beschädigung der Vegetation zur Blüthezeit erforderlich. Bei der Verleihung der Concession muss diese Condensation vorgeschrieben werden; zweckmässig ist auch die Tränkung des Holzwerks mit Alaunmutterlauge, um die Absorption dieser Dämpfe zu verhüten; auch ist die Feuerung stets ausserhalb des Fabrikraums anzulegen.

Der Kessel ist mit einer Haube zu versehen, um die sich entwickelnden Dämpfe durch ein Abzugsrohr nach einer Kühlschlange zu leiten. Erst wenn der Theer bis auf 40—50° C. abgekühlt ist, zieht man die Pappe durch, indem man sie an einer Rolle auf einem hölzernen, in den Kessel gestellten Block befestigt; mittels Walzen wird dann die Pappe über eine Art von Bühne gezogen, während man durch ein Sieb Sand auf die nasse Pappe streut; so bestreut, wird sie schliesslich zu einer grossen Rolle aufgewunden. Da sich bei dieser Procedur stets noch Dämpfe von Carbolsäure entwickeln, so ist es zweckmässig, über der Bühne einen Windfang herzustellen, der mit dem Schornstein in Verbindung steht.

Zur Darstellung der Steinpappe bläst man mittels Ventilatoren oder geschlossener Röhren Kalkstaub auf; da das Kalkpulver die Basen des Theers frei macht, so macht sich noch ein unangenehmer Geruch hierbei bemerkbar. Geschieht das Aufstreuen mit der Hand, so entwickelt sich ein für die Arbeiter schädlicher Staub.

Das Imprägniren des Holzes mittels Steinkohlentheers.

Dies Verfahren hat alle übrigen Methoden, z. B. das Burnettiren mit Chlorzink, das Kyanisiren mit Quecksilberchlorid u. s. w., verdrängt. Die Hölzer werden zuvor bei gleichzeitiger Erwärmung durch Auspumpen des Wassers und der Luft beraubt; indem diese in grossen liegenden Eisenblechcylindern, die einen Druck von 5—6 Atmosphären aushalten können, lagern, wird die Evacuation durch eine Doppelpumpe bewirkt, welche durch eine besondere Dampfmaschine bewegt wird; die Verdünnung geschieht bis zu einem viertel Zoll Differenz Barometerstand. Während dieser Operation fliesst das loh- und gummihaltige Wasser durch besondere Röhren ab, dessen Entfernung eine Hauptbedingung für die Conservirung der Hölzer ist.

Nach der Entwässerung lässt man mit Wasserdampf erwärmten Theer aus einer unter dem Cylinder liegenden Theercisterne durch die Steigröhren aufsteigen: das Holz wird dann bis auf 1—1½ Zoll Tiefe von warmem Theer durchdrungen.

Das Eindringen des Theers hängt von dem hervorgerufenen Vacuum und dem hernach erfolgenden Drucke ab; um es zu befördern, mischt man den Theer mit Theeröl von hohem Carbolsäuregehalt. Beim Vorwärmen dieser Mischung treten reichliche Dämpfe von Carbolsäure und Naphtalin auf, die durch einen sorg-

fältigen Verschluss der Cisterne und durch besondere, nach dem Schornstein des Dampfkessels führende Canäle unschädlich gemacht werden müssen. Geschieht dies nicht, so setzt man die Arbeiter vielfachen Leiden aus, welche hier offenbar durch die Dämpfe der Carbolsäure entstehen und sich in chronischen Augenentzündungen äussern. In einer solchen Anstalt litt namentlich ein Arbeiter an chronischer Hornhautentzündung, die offenbar durch die Einwirkung der Dämpfe der Carbolsäure herbeigeführt worden; denn eine Besserung dieses Leidens trat erst ein, nachdem die Fabrik Einrichtungen zur Ableitung dieser Dämpfe getroffen hatte.

Auch machte sich hier die „Theerkrätze" geltend, wiederum ein Beweis, dass unter den Bestandtheilen des Theers es namentlich die Carbolsäure ist, welche durch directe Berührung mit der Haut dieses Leiden erzeugt. In Imprägniranstalten dieser Art sollte es daher niemals an Badeeinrichtungen fehlen.

Gewinnung der leichten und schweren Theeröle durch Rectification des Steinkohlentheers.

Der vorbereitende Act der Rectification besteht in einer Entwässerung des Theers, die hier durch ruhiges Stehenlassen des Theers oder mittels eines Dampfstrahls bewirkt wird. Für die Rectification benutzt man verschiedene Apparate, die sich wesentlich nur in der Form unterscheiden. In England verwendet man vielfach cylindrische, stehende Blasen, in Deutschland aus Eisenblech angefertigte Retorten, die den Dampfkesseln ähnlich sind und auf einem Feuergewölbe ruhen.

Die Feuergase circuliren in Canälen um die Kessel; auch über denselben befindet sich Mauerwerk, so dass nur das Mannloch und das Abzugsrohr für die Gase und Dämpfe nach oben hervorragen. Der Theer wird am Boden des Kessels durch ein horizontal verlaufendes Rohr abgelassen. In sanitärer Beziehung ruht der Schwerpunct aller Einrichtungen in der Condensation der Gase und Dämpfe und zwar mittels einer mit dem Abzugsrohr in Verbindung stehenden Kühlvorrichtung. Letztere wird zweckmässig aus im Zickzack verlaufenden gusseisernen Röhren dargestellt, deren Köpfe behufs Reinigung abgenommen werden können; man sollte hiermit die in Leuchtgasfabriken gebräuchlichen Schrubber verbinden, wenn nicht meist die Kosten der Einrichtung gescheut würden. Zum wenigsten muss ein Gassammelkasten schon wegen der Feuergefährlichkeit polizeilich vorgeschrieben werden. In einigen Fabriken wird auf das aus dem Kühltroge heraustretende Ausflussrohr ein Rohr aufgesetzt, um die uncondensirten belästigenden und gefährlichen Gase über das Dach des Destillationsraumes hinaus zu führen.

Die Rectification besteht in einer fractionirten Destillation, da es hierbei auf die Gewinnung mannigfacher Producte von verschiedenem Schmelzpuncte ankommt; in allen Producten sind aber Phenol, Anilin und Homologe enthalten. Man unterscheidet:

1) die **Vorlauföle**, welche erst bei 100° mit Wasserdämpfen übergehen, 2) die **leichten Oele**, **Leichtöle**, die als Oele der ersten Fractionirung namentlich Benzol, Toluol, Cumol und Xylol enthalten und hier als die Repräsentanten der aromatischen Körper hauptsächlich zu berücksichtigen sind.

3) Die **schweren Theeröle**, **Schweröle**, **Kreosotöle** (heavy oils) sind die Producte der zweiten Fractionirung und bestehen aus öligen, flüssigen Kohlenwasserstoffen, Naphtalin, Phenol, Kreosot und Anthracen; sie stellen eine butterartige Masse dar, wenn sich in der Kälte Naphtalin und Anthracen ausscheiden; will man Schmieröl und Anthracen aus ihnen gewinnen, so unterwirft man sie der Destillation.

Das erste Destillat wird so lange aufgefangen, bis eine Probe beim Erkalten Naphtalin ausscheidet; es dient wegen seines Gehaltes an Phenol namentlich zum Imprägniren der Hölzer. Bleibt das Destillat flüssig, so wird es als flüssiges Schmieröl besonders aufgefangen; nimmt dann das Destillat eine breiige Consistenz an, so wird es als grünes Schmierfett (green-grease) wegen seines Gehaltes an Anthracen (20%) zur Anthracendarstellung benutzt (s. Anthracen). Der Rückstand

im Kessel besteht je nach der Dauer der Destillation entweder aus weichem oder hartem Pech (Asphalt)*).

Die **Leichtöle** werden noch weiter rectificirt, um die für die Theerfarbenfabrication wichtigen Producte zu erhalten. Das erste Destillat heisst in der Technik rohe Naphta, wenn die Destillation ohne vorhergehende Reinigung stattgefunden hat; man zieht es aber vor, die Leichtöle noch vor der Rectification (gewöhnlich zusammen mit den Vorlaufölen) von ihrem Gehalte an Phenol durch Behandeln mit Natronlauge und Schwefelsäure zu befreien**). Auch dies Destillat heisst bei einem spec. Gew. von 0,91—0,93 noch rohe Naphta***). Es wird nun die Vorlage gewechselt, denn was jetzt überdestillirt, enthält schon Naphtalin und dient andern, später zu besprechenden Zwecken.

Die rohe Naphta wird dann einer nochmaligen Destillation unterworfen, um das Endproduct, das Benzol, zu erhalten; man bedient sich hierbei allgemein des Dampfes, aber verschiedener Einrichtungen, die jedoch in dem Bestreben gipfeln müssen, die flüchtigen Destillationsproducte auf das sorgfältigste zu condensiren. Der flüchtige Theil, welcher zwischen 100—105° übergeht, ist das Benzol des Handels; da es ausser seinen Homologen, Toluol, Xylol u. s. w., auch schwefelhaltige Körper enthält, so wird es noch mit concentrirter Schwefelsäure so lange behandelt, bis das Benzol beim Schütteln mit kalter concentrirter Säure farblos bleibt. Nach gehörigem Auswaschen wird dann nochmals mit eingesenktem Thermometer destillirt und man fängt erst das, was zwischen 80° und 88° übergeht, besonders auf; durch Wiederholung dieses Verfahrens erhält man ein Benzol, dessen Siedepunct zwischen 81—82° liegt.[1])

---

*) Der Asphalt (s. S. 594) wird, wenn er zu Briquettes Verwendung findet, erwärmt und mit Kohlen-, Koks-, Torfklein u. s. w. vermengt, wobei sich höchstens Dämpfe von Naphtalin und Ammoniak erzeugen können: durch besondere, den Ziegelmaschinen ähnliche Apparate formt man aus der Masse Steine. Häufiger wird die Verkokung des harten und weichen Pechs in Retorten oder Muffelöfen vorgenommen; letztere haben in der Mitte des Ofengewölbes eine runde Oeffnung zum Beschicken des Ofens: ein Rauchfang über der Arbeitsthür ist durch einen unterirdischen Zugcanal mit der Feuerung verbunden, um den am Schlusse der Destillation aus den Arbeitsöffnungen strömenden Rauch abzuführen. Die Arbeiter müssen sich trotzdem durch Vorbinden von feuchten Schwämmen vor Mund und Nase vor dem glühenden Staube schützen, wenn sie die noch glühenden Koks aus den Oefen ziehen: werden die Koks mit Wasser gelöscht, so treten viele Wasserdämpfe auf (s. S. 340). Ein besonderes Rohr dient zum Abführen der zu condensirenden Dämpfe und setzt sich mittels eines langen Eisenrohrs zur Kühlschlange fort, an welcher ein Zweigrohr die nicht condensirten Dämpfe unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln in die Feuerung führt. Das erhaltene Product wird für die Anthracenindustrie benutzt. Ebenso gewinnt man Rohanthracen durch die Destillation des weichen Pechs, die unter Mitbenutzung von überhitztem Wasserdampf in eisernen Blasen vorgenommen wird.

**) Die bei dieser Reinigung auftretenden Gase und Dämpfe verhalten sich ceteris paribus ähnlich wie bei den analogen Processen der Raffination des Petroleums und der Mineralölfabriken (s. S. 593 u. 595).

***) Bei dieser Destillation bedeckt sich die Mündung des Schlangenrohrs bisweilen mit blumenkohlartigen Wucherungen, die hauptsächlich aus krystallisirtem Wasser bestehen, weil sich das äussere Ende des Schlangenrohrs bei der beträchtlichen Verdunstung oft bis auf —2—3° C. abkühlt. Es sind schon die heftigsten Explosionen entstanden, wenn man des Abends unvorsichtigerweise mit einem offnen Lichte den Gang der Destillation beobachtete; daher sind auch hier Gassammelkasten unter allen Umständen mit dem Schlangenrohr in Verbindung zu bringen.

Die aromatischen Körper.

Mit den aromatischen Körpern nähern wir uns wieder den Fettkörpern, mit denen sie vieles Gemeinsame haben, während sie sich im Allgemeinen durch einen grössern Kohlenstoffgehalt auszeichnen. Das erste Glied in dieser Reihe ist **Benzol** C_6H_6, das als der Ausgangspunct der Theerfarbenindustrie zu betrachten ist. Um es von allen andern Kohlenwasserstoffen zu befreien, wird es einer Temperatur von —10° ausgesetzt; es schiesst dann in farrenkrautähnlichen Blättern an und kann von seinen Beimengungen, die nicht erstarren, durch Pressung leicht getrennt werden. Man erhält es auch durch die trockne Destillation von benzoësaurem Natrium mit einem Alkali:

$$C_6H_5{-}COONa + NaHO = C_6H_6 + Na_2CO_3.$$

Benzol stellt eine wasserhelle Flüssigkeit dar, welche schon bei 0° erstarrt und bei 8° wieder flüssig wird; löslich ist es in Holzgeist, Alkohol und Aether, in der Wärme löst es Schwefel, Jod und Phosphor auf. Es ist leicht entzündlich und brennt mit heller, stark russender Flamme; bei der Aufbewahrung und beim Transport sind deshalb die erforderlichen Vorsichtsmassregeln zu beobachten.

In den Theerfabriken unterscheidet man 1) sehr leichtes Benzol von einem Siedepunct zwischen 80–95°, 2) leichtes Benzol von einem Siedepunct zwischen 100–120°, 3) schweres Benzol von einem Siedepunct zwischen 210–220° C. und 4) das schwerste zwischen 222—230° C.

Einwirkung des Benzols auf den thierischen Organismus. 1) Mit 30 Tropfen des sehr leichten Benzols wird ein Baumwollpfropfen befeuchtet, der im Grunde eines gläsernen Trichters liegt; als ein Kaninchen mit dem Kopfe in die Trichtermündung gehalten wird, tritt nach 1 M. ein starkes Zittern ein, das bald in allgemeine Convulsionen mit lautem Schreien übergeht. Nach 2 M., als das Kaninchen frei auf den Boden gelegt wurde, halten dieselben noch 30 Sec. an, dann folgen tetanisches Strecken der Hinterbeine, Zittern des Kopfes, starker Speichelfluss und sehr unregelmässiges Athmen. Nach 5 M. läuft es wieder einher und bleibt gesund.

2) Eine grosse Katze wurde im grossen Glaskasten 10 M. lang den Dämpfen von Benzol ausgesetzt; unter starkem Speicheln, vermehrter Respiration, Taumeln und Hinfallen richtet sie sich wieder auf unter convulsivischem Zittern in der rechten Vorderpfote. 20 M. nachher stürzt sie nach Verbrauch von 2 Grm. hin; als sie nun mit dem Kopfe der freien Luft ausgesetzt wurde, sprang sie auf und setzte über eine 5 Fuss hohe Mauer.

Bei Menschen erzeugen die Dämpfe ebenfalls Taumel, Eingenommenheit des Kopfes, Ohrensausen, Zittern, convulsivische Zuckungen, Dyspnoe und schliesslich Anästhesie. Die unangenehmen Nebenwirkungen verhindern aber die Anwendung dieses Körpers als Anaestheticum.

Als Benzol noch als sogenanntes Fleckwasser, namentlich zum Waschen der Handschuhe, verwendet wurde, beobachtete man namentlich bei Frauen ausser den genannten Symptomen bei höhern Graden der Afficirung sogar den hysterischen Zuckungen und Krämpfen ähnliche Erscheinungen. Im Organismus wird Benzol verändert und tritt im Harn als Benzoësäure auf; gegenwärtig wird es fast überall in der Technik durch das Petroleumbenzin ersetzt.*)

*) Man konnte vermuthen, dass Aethylbenzol $C_6H_5(C_2H_5) = C_8H_{10}$, welches bei 134° siedet und mit den Xylolen isomer ist (s. diese), eine stärkere anästhesirende Wirkung besitzen würde; die Versuche haben jedoch diese Annahmen nicht bestätigt. Tauben fallen nach der Verdampfung von 25 Tropfen unter Würgen und Taumel hin und lassen sich wie eine todte Masse hin und her bewegen, obwohl Blinzeln mit den Augen noch bemerkbar ist; Taumel und Erbrechen bleiben noch 20–30 Min. lang zurück. Dieser Körper wirkt aber nicht giftig ein, da eine Taube sich nach dreimaliger Wiederholung des Versuchs vollständig erholte.

Nitrogruppe des Benzols.

Nitrobenzol, Nitrobenzin $C_6H_5 . NO_2$, **Mirbanöl**, wird durch Einwirkung von rauchender Salpetersäure auf Benzol erhalten. Es ist eine gelbliche Flüssigkeit, welche bei −3° in Nadeln krystallisirt und zwischen 205—210° siedet. Dem Benzol entsprechend unterscheidet man im Handel 3 Sorten von Nitrobenzol: 1) leichtes, welches zwischen 205—210° siedet, bei gewöhnlicher Temperatur verdampft und vorzugsweise Mirbanöl genannt wird, 2) schweres, das zwischen 210—220° siedet, 3) sehr schweres, welches zwischen 222—235° siedet; letzteres wird vorzugsweise auf Anilin resp. Anilinblau verarbeitet.

Einwirkung der Dämpfe von Nitrobenzol auf den thierischen Organismus. 1) Im grossen Glaskasten, in dem eine grosse Katze sass, kamen 15 Grm. Nitrobenzol in warmem Sande zur Verdunstung; es trat sehr starkes Speicheln neben beschwerlichem und vermehrtem Athmen ein. Als nach 30 M. der Kasten wegen Zusatzes von 15 Grm. Nitrobenzol aufgehoben wurde, entfloh die Katze; in den Kasten zurückgebracht, verfiel sie wieder in starkes Speicheln unter Thränen der Augen; Taumel, Hinfallen und Wiederaufstehen wechseln beständig, bis sie nach 40 M. bei grosser Dyspnoe liegen bleibt und nach 1 St. 40 M. unter progressiver Erlahmung der Respiration stirbt.

Section 15 Stunden hernach. Cornea leicht getrübt, Hirnhäute und Plex. venos. spin. reich an dickflüssigem, dunklem Blute; beide Lungen leberfarbig, aus den schwarzbraunen Durchschnitten tritt schwarzes, mit weissem Schaum vermischtes Blut aus. Die Schleimhaut ist von den feinsten Bronchien bis zum Larynx hin rothbraun gefärbt und mit einem feinen Schaum bedeckt, die Ränder von blassrother, emphysematöser Beschaffenheit. Die linke Herzhälfte ganz mit dickflüssigem, schwarzem Blute angefüllt; 12 Grm. von ähnlicher Beschaffenheit hatten sich in der Brusthöhle angesammelt; in der Bauchhöhle nichts Auffallendes. Die Harnblase enthielt 8 Grm. klaren Urin, in dem sich kein Anilin nachweisen liess. Das Blut war vorherrschend dickflüssig, dunkelroth und wurde auch an der Luft nicht heller. In den verschiedenen Höhlen war ein deutlicher Geruch nach bittern Mandeln bemerkbar.

2) Eine junge Katze zeigt nach der Verdampfung von 14 Grm. Nitrobenzol ganz ähnliche Erscheinungen: als sie nach 35 M. auf die Erde gesetzt wird, geht sie taumelnd einher, fällt oft auf die linke Seite, erhebt sich aber jedesmal wieder. 20 M. nach dem Versuche verhält sie sich ruhig; am andern Morgen wird sie in vollständiger Starre angetroffen.

Bei der Section fällt die Anfüllung des ganzen Herzens mit theils flüssigem, theils geronnenem, dunkelkirschrothem Blute auf. Die Lungen sind zusammengefallen, von heller Farbe, nur der rechte untere Lappen ist dunkelbraunroth; das Parenchym ist nicht blutreich und die Schleimhäute sind blass.

Hiernach müssen die Dämpfe schon ziemlich concentrirt einwirken, um einen letalen Ausgang herbeizuführen, dem stets eine starke Dyspnoe vorhergeht, die auch Charvet bei einem Hunde nach Verdampfung von 10 Grm. Nitrobenzol beobachtet hat.

Charakteristisch sind der Taumel und der schlafsüchtige Zustand, während eine ausgebildete Anästhesie fehlt. Uebrigens entfalten die Dämpfe eine schnellere Wirkung als innerlich gereichte Gaben, ein Umstand, der grade für die Fabrikarbeiter von Wichtigkeit ist, indem diese durch die Beschmutzung ihrer Kleider mit Nitrobenzol Anlass geben, dass sie sich in einer beständigen Atmosphäre der Dämpfe dieses Körpers befinden. Letheby hat einen Fall von Vergiftung mitgetheilt, die sich auf diese Ursache zurückführen liess.*)

Bei der Ingestion von Nitrobenzol ist der Krankheitsverlauf oft von langer Dauer, wie sich aus folgendem Versuche ergibt. Ein mittelgrosser Bastard von Windspiel erhielt 15 Grm. Nitrobenzol; kurz darauf trat starkes Speicheln ein und nach 30 M. zeigten sich convulsivische Zuckungen und Zittern. 2 Stunden hernach wurde die Gabe wiederholt, ebenso nach 5 und 8 Stunden, so dass die ganze Menge 60 Grm. betrug, ohne dass andere Symptome als das starke Speicheln eintraten. Am folgenden Tage entwickelt der Hund eine bedeutende Fresslust, mit den Faeces geht ein langer Bandwurm ab; dann tritt Erbrechen mit Speicheln, beschleunigtem Herzschlage, erschwertem

*) *Streeter* (Med. Times p. 625 1854) behandelte ein Kind, das nach dem Genuss von nach Nitrobenzol riechendem Sago in soporösen Schlaf verfiel.

Athmen, tetanischen Krämpfen bei erweiterter Pupille ein. Der beschleunigte Herzschlag, Zittern der Beine oder des ganzen Körpers, Heulen, Stöhnen, starke Dyspnoe, rotirende Bewegungen der Extremitäten in der Seitenlage, Abgang blutiger Faeces, tetanisches Strecken der Extremitäten, grosser Durst, Hinfallen beim Versuche aufzustehen, Zunahme der Parese, Zuckungen der Gesichtsmuskeln u. s. w. setzten ein Krankheitsbild zusammen, das 8 Tage lang fast unverändert blieb; als die Temperatur unter der Zunge allmählig auf 25° gefallen und der Herzschlag stundenlang kaum hörbar war, trat schliesslich der Tod ein.

Bei der Section (2 Stunden nachher) findet sich im Kehlkopf eine schaumige Flüssigkeit, die Schleimhaut der Trachea ist ohne Injectionsröthe, die Lungen sind von schmutzigrother Farbe, enthalten auf der Oberfläche emphysematöse Erhabenheiten und zeigen auf den Durchschnitten dunkelrothes, flüssiges Blut; das ganze Herz strotzt von dickflüssigem, schwarzem Blute; ausserdem bemerkt man auch an den Hirnhäuten eine starke Blutfülle. Die Schleimhaut des ganzen Tract. intest. ist mit einer intensiv gelben Schleimlage bedeckt, in welcher sich durch die Analyse Pikrinsäure nachweisen lässt, die hier nur als Spaltungsproduct aus dem Nitrobenzol entstehen konnte.*) Nach Wegnahme der Schleimlage erscheint die Schleimhaut stark injicirt und hier und da mit Ekchymosen besetzt. Im klaren Urin[1]), in der Leber und Lunge konnte Anilin nachgewiessen werden**). Die übrigen Unterleibsorgane boten nichts Auffallendes dar, nur waren alle grössern Venen mit dunklem, dickflüssigem Blute angefüllt. Bei der Spectralanalyse traten bei einer Blutverdünnung von 1 : 80 die normalen Blutbänder auf.[2])

Die Vergiftung bei Menschen stimmt in den meisten Puncten hiermit überein, nur mit dem Unterschiede, dass hier Cyanose zu den ersten und auffallendsten Symptomen gehört; die Lippen werden bald blau und Schaum tritt vor den Mund, sonst verbinden sich auch beim Menschen Dyspnoe, oberflächliche stertoröse Athmung und Sinken der Temperatur mit sehr schwachem Herzschlage und kaum wahrnehmbaren Herztönen. Die Glieder sind gänzlich erschlafft wie bei der Chloroformnarkose, oder Trismus, Tetanus, selbst Manie sprechen für die schwere Affection der Nervencentren, die schliesslich die Herzlähmung mit bedingt, während die Stauung und Störung der Circulation sich schon frühzeitig durch das Auftreten der Cyanose kund geben.[3])

Die Hülfeleistung bei Vergiftungen besteht bei der Ingestion des Giftes am besten in der schnellen Darreichung eines Brechmittels, da erfahrungsgemäss ein heftiges spontanes Erbrechen die Wiederherstellung sehr begünstigt. Am schädlichsten sind ätherische Mittel, da sie die Ueberführung des Nitrobenzols in das Blut befördern[4]). Am nützlichsten dürften in allen Fällen kochsalzhaltige Arzneien sein, weil sie den Salzgehalt des Blutes vermehren und dadurch die Ausscheidung des aufgenommenen Nitrobenzols begünstigen, denn Nitrobenzol wird von salzhaltigen wässrigen Flüssigkeiten nicht in erheblicher Menge aufgenommen.

Bei der **Fabrication von Nitrobenzol** benutzt man fast allgemein den Perkin'schen Apparat, der aus einer Reihe gusseiserner, kessel- oder cylinderförmiger, mit Rührern versehener Mischgefässe besteht; jeder Rührer wird durch ein konisches Rad von einer Welle aus bewegt und geht durch eine auf dem Deckel angegossene Büchse, die durch eine Flüssigkeit, gewöhnlich durch Nitrobenzol, abgeschlossen wird, während eine metallene, glockenartige Kappe durch Verschraubung dicht an der Rührstange anliegt und mit der untern, offenen Partie in diese Flüssigkeit eintaucht. Ausserdem finden sich Oeffnungen im Deckel für die Zufuhr der Materialien und Ableitung der Gase. Die Oeffnung für das Benzol, das jetzt allgemein zuerst eingeschüttet wird, hat einen Deckelverschluss; die Säure***) lässt man allmählig zufliessen und zwar mittels eines

*) Auch bei Menschen beobachtet man während einer lang dauernden Vergiftung bisweilen ein Gelbwerden der Haut und Conjunctiva, bei der Section eine gelbe Färbung der Leber oder eine fast gelbe Färbung des Herzmuskels, eine Erscheinung, die sich auf das Auftreten der Pikrinsäure zurückführen lassen dürfte.

**) Schon am 5. Tage der Vergiftung reagirte der abgegangene Urin deutlich auf Anilin. Bekanntlich hat *Letheby* zuerst auf diese Umwandlung des Nitrobenzols im Organismus aufmerksam gemacht; seine geringe Menge kann aber nicht, wie *Letheby* meint, die convulsivischen und paretischen Erscheinungen bei der Vergiftung bedingen.

***) Wird rauchende Salpetersäure genommen, so treten die Dämpfe von Untersalpetersäure auf; bei einem Gemisch von Salpetersäure und Schwefel-

nach Art der Welter'schen Sicherheitsröhre gebogenen Glasrohrs, damit die Flüssigkeit als Absperrungsmittel dient.

Je sorgfältiger die Fabrication geleitet wird, desto weniger machen sich saure Dämpfe bemerkbar, ein Punct, der nicht bloss in technischer, sondern auch in sanitärer Beziehung von der grössten Wichtigkeit ist. Man kann das Glasrohr auch zweckmässig mit einem Hahn versehen, um den Zufluss der Säure zu reguliren. Durch ein besonderes Rohr gehen die **sauren** und **benzolhaltigen Dämpfe** in ein Abkühlgefäss. In einigen Fabriken wird auch das Mischgefäss durch Wasser gekühlt, das aus kleinen Oeffnungen einer Rohrleitung fliesst. Am Boden des Mischgefässes befindet sich eine canalförmige Oeffnung zum Ablassen seines Inhaltes; die zuerst abgehende Säure ist braungelb, riecht nach Nitrobenzol und wird in besondern Glasballons aufgefangen*). Dann geht **benzolhaltiges Nitrobenzol** ab, das in hölzernen Bottichen mit Rührvorrichtungen mit Wasser gewaschen und schliesslich noch in eiserne Cylinder mit Abzugsrohr und Kühlfass abgelassen wird, in denen man einen kräftigen Dampfstrom einwirken lässt, der das noch ungebundene Benzol mit sich fortführt und sorgfältig zu condensiren ist. Der als Condensationswasser zurückgebliebene Dampf sammelt sich über dem Nitrobenzol an; beide Flüssigkeiten werden durch besondere Hähne abgelassen.

Sehr beachtungswerth sind die **Waschwässer**, welche beim Auswaschen des Nitrobenzols resultiren; ausser Salpetersäure können sie Pikrinsäure, Oxalsäure, Blausäure und Benzoësäure nebst einer gelb färbenden, noch nicht bekannten Substanz enthalten. Sie dürfen niemals in Senkgruben abgelassen werden, da sie auf diese Weise die benachbarten Brunnen gänzlich verderben; in einem concreten Falle entstand aus diesem, entschieden nachgewiesenen Umstande ein kostspieliger Process. Ihr Abfluss in Schwemmcanäle dürfte gestattet werden, da ihr Gehalt an den genannten Säuren auf faulige Substanzen günstig einwirkt. Würde man sie mit Kalk versetzen, so würden sich die entsprechenden Calciumsalze ergeben und die Gefährlichkeit aller genannten Verbindungen sehr gemindert werden; dann könnte ihr freier Abfluss in Canäle überhaupt gar keinem Bedenken unterliegen.

Verwendung findet Nitrobenzol vorzugsweise bei der Fabrication von Anilin; auch als Mittel zum Parfümiren bei der Seifenfabrication oder zur Verfälschung von Ol. amygd aeth. wird es benutzt; diese ist leicht durch Ueberführung des Nitrobenzols in Anilin resp. in eine färbende Verbindung nachzuweisen. Am gefährlichsten ist seine Verwendung zur Darstellung von Persico-Liqueuren; auch minutiöse Mengen können hier unter Umständen gefährlich werden und zwar um so eher, weil der Alkohol die Ueberführung des Nitrobenzols in das Blut begünstigt. Nitrobenzol ist schon häufig mit Liqueur verwechselt und in dieser Meinung getrunken worden[5]). Es liegen hierüber genug Beispiele vor und es ist dringend geboten, dem sogenannten Mirbanöl, welches in den Gewerben und in der Technik eine so wichtige Stellung einnimmt, eine grössere sanisätspolizeiliche Aufmerksamkeit zu widmen.

1) Hydroxylderivate des Benzols, Phenole.

Hydroxylbenzol, Phenol, Phenylsäure, Carbolsäure, Acidum carbolicum $C_6H_5(OH)$ kommt vorzugsweise im Steinkohlentheer vor und hiess früher Phenylsäure (von φαίνόω, ich erleuchte), weil sie namentlich bei der Gasbereitung aus Steinkohlen auftritt. Castoreum soll seinen eigenthümlichen Geruch der Carbolsäure verdanken. *Städeler* wies sie im Menschen-, Kuh- und Pferdeharn nach; sie bildet sich bei der Destillation des Holzes, der Chinasäure, der bituminösen Fossilien und des Benzoëharzes. Bei der Destillation der Salicylsäure mit Kalk entsteht sie neben Kohlensäure:

$$C_7H_6O_3 \text{ oder } C_6H_4(OH)CO_2H = C_6H_5(OH) + CO_2.$$

Phenol ist somit als ein **Monoxybenzol**, d. h. als ein Benzol C_6H_6 anzusehen, in welchem ein H durch Hydroxyl OH vertreten ist. Es röthet Lackmuspapier nicht und

---

säure bilden sich mehr salpetrige und salpetersaure Dämpfe; in letzterm Falle muss stets die Mischung zuvor in geschlossenen Gefässen geschehen, widrigenfalls die Arbeiter den schädlichen Dämpfen stark ausgesetzt werden.

*) Da diese Säure stets noch Salpetersäure enthält, so wird sie in vielen Fabriken durch Abdampfen concentrirt, um für die Salpetersäurefabrication benutzt zu werden, da diese in den meisten Nitrobenzolfabriken als ein Nebenzweig betrieben wird. Geschieht das Abdampfen in offenen Pfannen, so hat es für die Adjacenten die grösste Belästigung zur Folge. In einem concreten Falle, der zu einem langwierigen Process Anlass gab, konnte diese Procedur als die Hauptursache der Beschwerden der Adjacenten über eine Nitrobenzolfabrik betrachtet werden. Der Geruch nach Bittermandelöl ist stets an eine solche Fabrik gebunden und niemals ganz zu heben, er verursacht aber den Adjacenten keine Nachtheile.

macht auf Papier Fettflecke, welche allmählig verschwinden. Es ist in jedem Verhältniss in Alkohol und Aether löslich und löst selbst Fette sehr gut; es färbt auch Eisenoxydlösungen violett und einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan im Sonnenlicht blau. Mit vielen animalischen Substanzen geht es eine Verbindung ein und coagulirt namentlich das Eiweiss, worauf seine fäulnisswidrige Eigenschaft und grossartige Anwendung als Desinfectionsmittel beruht.

Einwirkung der Dämpfe der Carbolsäure auf den thierischen Organismus. 1) 5 Grm. Phenol werden in einem Kölbchen erwärmt und in die Glasglocke geleitet, unter welcher ein Kaninchen sitzt. Es zeigen sich sofort Thränen der Augen, Reizung der Nasenschleimhaut, Röthung der Conjunctiva, zitternde Bewegung des Mauls, dann starkes Zittern des Kopfes und des ganzen Körpers. Nach 13 M. prominiren die Augen, die Pupille verengt sich und unter convulsivischen Zuckungen fällt das Thier auf die Seite. Bei seiner Herausnahme nach 15 M. halten diese Zuckungen noch an, die Hornhaut ist weisslich; 3 M. nachher erfolgt auch der Herzschlag stossweise und unregelmässig; 8 M. später tritt der Tod unter progressiver Abnahme der Athmung ein.

Section 24 Stunden hernach. Hirnhäute sehr hyperämisch, auf den Corp. quadrig. lagert ein 4 Linien langes und 1 Linie breites Blutklümpchen und in der Umgegend der Medull. oblong. ein durchsichtiges, flüssiges Blutextravasat. Lungen blassroth, emphysematös, an der hintern Fläche dunkelbraun marmorirt, auf den Durchschnitten ein röthlicher Schaum, vermischt mit Blutklümpchen. Die rechte Herzhälfte strotzt von schwarzem, geronnenem Blute; wenig flüssiges Blut, das sich vorfindet, röthet sich an der Luft mehr. Der Urin wird klar angetroffen.

2) Ein mittelgrosses Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten, in dem eine Schale mit 60 Grm. Phenol stand. Nach 3 Stunden erscheint die Conjunctiva auf beiden Seiten geröthet, geschwollen und mit Schleim bedeckt, die linke Hornhaut trübe, erodirt, die rechte weiss und undurchsichtig. Nach 5 Stunden wird das Thier herausgelassen. Am andern Morgen (20 Stunden nach dem Einlassen des Thiers in den Kasten) sind beide Augen mit blutigem Schleim verklebt; beim Oeffnen derselben quillt eine eitrige Flüssigkeit hervor. Die rechte Cornea ist weniger weiss, das Allgemeinbefinden anscheinend nicht gestört; vorgehaltenes Futter frisst das Kaninchen. Nach 2 Tagen mussten die Augen noch aufgeweicht werden, da die Conjunctiva noch geröthet und mit eitrigem Schleim bedeckt ist. Das Epithelium der Hornhaut schuppt sich ab; nach 7 Tagen ist die linke Hornhaut wieder klar. Am linken untern Augenliede ist ein Ectropium entstanden, das nach häufigen Waschungen 15 Tage nachher wieder verschwunden ist; die Restitution ist dann vollständig.

Kempter fand, dass Insecten durch Phenoldämpfe binnen 10—12 Minuten zu Grunde gingen; Mäuse und Ratten starben in etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden unter Betäubung und Convulsionen.[6])

Der zweite Versuch soll besonders die nachtheilige Wirkung der Carbolsäure auf die Augen darthun und auf die Nothwendigkeit hinweisen, die Arbeiter mehr vor diesen nachtheiligen Einflüssen zu schützen, deren Folgen sich gar nicht selten in acuter und chronischer Entzündung der Conjunctiva und Cornea kund geben. Obgleich erst eine bedeutende Concentration der Dämpfe Lebensgefahr bedingen kann, so vermögen doch auch kleinere Mengen nachtheilig zu wirken, wenn diese wiederholt auftreten. Dies ist z. B. in Färbereien und Druckereien der Fall, wenn die essigsauren Beizen nicht in geschlossenen Gefässen stehen, sondern beständig Carbolsäure exhaliren. Manipuliren die Arbeiter mit solchen phenolhaltigen Flüssigkeiten, so entstehen an den Händen oder durch Uebertragung an andern Körperstellen dieselben Hautausschläge, wie sie bei der Russbereitung (s. S. 323) oder in Photogenfabriken (s. S. 594) vorkommen.

Bei der Behandlung der Krätze mit Carbolsäure sind schon mehrmals Todesfälle vorgekommen; wird sie hierbei, wie es gewöhnlich geschieht, vorher erwärmt, so gelangt sie auf zwei Wegen in das Blut, erstlich als Dampf durch die Respirationswege und zweitens durch Resorption von der Haut aus. Es können dann erfahrungsgemäss alle charakteristischen Erscheinungen der Carbolsäure-Vergiftung: Kopfschmerzen, Schwindel, Betäubung, gestörtes Bewusstsein, spasmodische, unregelmässige Respiration, frequenter,

schwacher Puls und zunehmender Collapsus u. s. w., auftreten. Das Zittern und die Zuckungen zeigen sich bei der Inhalation der Dämpfe in demselben Grade wie bei den subcutanen Injectionen.[7])

Je grösser die Gaben sind, die bei der Ingestion plötzlich zur Einwirkung gelangen, desto lebensgefährlicher werden sich natürlich die Erscheinungen gestalten; dann weisen, z. B. bei Gaben von 20—30 Grm., tiefe Inspirationen, kurze krampfhafte Exspirationen, ein Sinken der Temperatur um halbe und ganze Grade, sowie ein beschleunigter und unregelmässiger Puls sofort auf die Affection der Athmung und Herzthätigkeit hin.[8]) Bei noch grössern Gaben von 100 bis 150 Grm. erfolgt nach wenigen Minuten ein bewusstloses Hinstürzen unter Convulsionen, das Athmen wird schwer, Schaum tritt vor den Mund und schon nach Verlauf einer Stunde kann bei oberflächlicher und schneller Respiration, bei sehr kleinem und unzählbarem Pulse der Tod eintreten.[9])

Die Erscheinungen werden durch die Affection der Nervencentren bedingt; die Carbolsäurekrämpfe sind unregelmässig und klonisch; die tetanische Form kommt höchst selten vor. Sie sind von der Affection des Rückenmarks abhängig, indem zuerst die Reflexerregbarkeit vermehrt, später aber die excitomorische Eigenschaft des Rückenmarks vernichtet wird.[10]) Die örtlichen Erscheinungen auf der Digestionsschleimhaut, weissliche Färbungen, Aetzungen, gallertartige Erweichung oder auch Verhärtungen und lederartige Beschaffenheit des Magens hängen von der Grösse der aufgenommenen Dosen ab.

Bei den Sectionen der Thiere fielen Blutextravasate in der Schädelhöhle, die Hyperämie der Hirnhäute und namentlich die Anfüllung des Herzens mit schwarzem, geronnenem Blute auf.[11]) Bei Menschen geht die Hyperämie in der Schädelhöhle mit den Erscheinungen des Stickflusses Hand in Hand, während das Herz oft erschlafft und mit dunkelschwarzem Blute gefüllt erscheint.

Um die Carbolsäure in der Leiche nachzuweisen, verdampft man die betreffende Substanz unter Zusatz von überschüssiger Schwefelsäure im Wasserbade, wodurch Phenylschwefelsäure entsteht, welche mit Eisenoxydsalzen eine purpurrothe und mit Alkalien eine carmoisinrothe Farbe erzeugt. Versetzt man das Destillat oder die betreffende Substanz nach *Landolt* mit Bromwasser, so schlägt sich ein weisses Präcipitat von Tribromphenol nieder; behandelt man dasselbe mit Natriumamalgam, so entsteht Carbolsäure, welche durch Destillation zu gewinnen ist.

Die **schädliche Einwirkung der Carbolsäure auf die Pflanzen** gibt sich durch Coagulation der eiweisshaltigen Substanz, Verstopfung der Capillaren und schliessliches Absterben der ganzen Pflanze kund, ein Hergang, welcher mit der physiologischen Einwirkung der Carbolsäure auf den Thierorganismus grosse Aehnlichkeit hat.

Die **Darstellung der Carbolsäure im Grossen** aus Steinkohlen- und Braunkohlentheer knüpft sich an die Thatsache an, dass ihr Siedepunct zwischen 183° und 184° liegt; sie findet sich daher vorzugsweise in den schweren und leichten Oelen, welche bei der Rectification des Theers auftreten. Da die Carbolsäure ausserdem noch die Eigenschaft besitzt, sich mit alkalischen Basen zu verbinden, so benutzt man diese, um sie von den indifferenten Kohlenwasserstoffen zu trennen. Durch die Behandlung mit Natronlauge entsteht **Natriumphenylat** (C_6H_5ONa), das durch Schwefelsäure zersetzt wird, um die Carbolsäure als dunkle, ölartige Flüssigkeit auszuscheiden. Man hat so viel als möglich für die Ableitung der hier auftretenden Gase und Dämpfe Sorge zu tragen, da sie stets Phenol enthalten.

Das auf diese Weise erhaltene sogenannte rohe Kreosotöl, welches ausser Phenol noch Kreosot und ölige Kohlenwasserstoffe enthält, wird der fractionirten Destillation unterworfen, wobei zuerst die flüchtigen Kohlenwasserstoffe mit Wasserdämpfen übergehen; man scheidet diese vom eigentlichen Destillat ab und benutzt sie später anderweitig. Während der Destillation entwickeln sich viele höchst übelriechende Zersetzungsproducte, die unter den geeigneten Sicherheitsmassregeln unter die Feuerung zu leiten sind.

Das eigentliche Phenol wird in passende Gefässe gefüllt und an einem kühlen Orte der Krystallisation überlassen. Es stellt im reinen Zustande farblose lange Nadeln von eigenthümlichem Geruche und ätzendem Geschmack dar, welche bei 35° schmelzen

und bei 184° sieden. Die **Anwendung der Carbolsäure** ist als Desinfectionsmittel, für die Conservirung von Fleisch, Holz, Tauwerk, für die Darstellung der Farbstoffe, namentlich von Pikrinsäure, Corallin u. s. w., von der grössten Wichtigkeit geworden.[12])

Phenolfarben.

Rosolsäure steht dem Phenol am nächsten und wurde von Runge im Rückstande bei der Destillation des rohen Phenols entdeckt; sie stellt eine harzartige, rothbraune, in Alkohol und Aether, in Wasser aber wenig lösliche Masse dar, die mit alkalischen Erden prächtig gefärbte Salze bildet. Man stellt sie aus **Phenol, Oxalsäure** und **Schwefelsäure** dar, welche 4—5 Stunden lang in einer Retorte auf 140–150° C. erhitzt werden, und betrachtet sie als Phenol, das O aufgenommen hat.*)

Bei der Fabrication treten Kohlenoxyd und Kohlensäure in grössern Mengen auf; die Gase sind mit den Dämpfen des Phenols geschwängert und müssen sorgfältig abgeleitet werden. Nach vollendeter Reaction wird die Mischung in kaltes Wasser geschüttet und unter Erneuerung des Wassers so lange gekocht, bis aller Phenolgeruch verschwunden und eine teigige, schwarzbraune Masse entstanden ist, die zu einem festen Harze erstarrt (*Kolbe*). Das Wasser enthält noch Schwefelsäure und Phenylschwefelsäure und wird mit Kalkmilch behandelt. Es schlagen sich Gips und Calciumoxalat nieder; nach der Filtration wird die Flüssigkeit bis zur Syrupsdicke eingedampft und mit Salzsäure versetzt, wobei sich noch Rosolsäure mit schönen Nuancen ausscheidet. Die hierbei abfallenden Wässer enthalten Chlorcalcium und Salzsäure; auch riechen sie noch nach Phenol und dürfen nur in grössere Flüsse frei abgelassen werden.

Rosolsäure ist eine unschädliche Substanz, die in Dosen von 1 Grm. Meerschweinchen ohne Schaden gereicht werden kann; nur ihre Verunreinigung mit Phenol bedingt nachtheilige Wirkungen.

Verwendung findet die Rosolsäure zur Darstellung der Rosolsäure-Lösung, welche wie Lackmustinctur benutzt wird, sowie besonders des Corallins. **Rothes Corallin (Paeonin)** und **Azulin** sind Derivate der Rosolsäure. Corallin nennt man die Rosolsäure, die entweder mit Ammoniak oder andern Alkalien behandelt und durch Salzsäure gefällt ist. Einen durch Magnesia dargestellten **Corallin-Lack** benutzt man im Canton Glarus zum Färben der rothen türkischen Fez; die Farbe ist prachtvoll, aber nicht ächt. Im reinen Zustande ist Corallin ganz ungiftig, denn Kaninchen erfahren nach Gaben von 1 Grm nicht die geringste Gesundheitsstörung; auch hier kann nur eine Verunreinigung mit Phenol oder auch mit Anilin schädlich wirken. Bildung von Anilin ist bei der Behandlung der Rosolsäure mit Ammoniak bei erhöhter Temperatur nicht unmöglich, wenn die Rosolsäure noch Phenol enthielt; auch ist nicht zu vergessen, dass zur Befestigung von Corallin auf Wolle häufig das arsenigsaure Natrium als Beize benutzt wird.[13])

Corallingelb (**Aurin**) wird in gleicher Weise dargestellt, nur beobachtet man eine verschiedene Temperatur und Dauer der Einwirkung.

Azulin, ein schöner blauer Farbstoff, entsteht beim Erhitzen eines Gemisches von Anilin mit Corallin oder Rosolsäure, wird aber fast gar nicht mehr benutzt.

Eosin ist ein rother Farbstoff, der zur Classe der von *Baeyer* entdeckten rothen Phenolfarben (**Phtaleïne**) gehört und durch Einwirkung von Brom auf **Fluoresceïn** entsteht, welches ein Product der Reaction von Phtalsäure auf Resorcin ist. Diese neuen Phenolfarben sehen einer grossen Zukunft entgegen.

Phenylgelb wird nach *Fol* durch Erhitzen von Carbolsäure mit gepulverter Arsensäure bis zu 100—125° in einem offnen eisernen Kessel unter häufigem Umrühren erhalten. Man erhält eine teigige Masse, aus der durch Behandeln mit Essigsäure und Kochsalz der Farbstoff niederfällt, der für sich gelb färbt; wird er mit Bariumcarbonat gekocht und mit Schwefelsäure zersetzt, so liefern die entstandenen braunrothen Blättchen mit alkalischen Erden röthlich gefärbte Salze, die Wolle und Seide in den verschiedensten Nuancen färben.

Die Darstellung ist mit mancher Gefahr verknüpft, während der Farbstoff selbst mit Arsenverbindungen und überschüssigem Phenol verunreinigt sein kann.

Phenylbraun wird durch Vermischen von Phenol mit Salpeter-Schwefelsäure

---

*) Um Phenoldämpfe in einem Raume nachzuweisen, braucht man daher die Luft nur durch Schwefelsäure zu leiten; man setzt Oxalsäure zu und erwärmt auf 118 bis 120° C. Durch Verdünnen der dunkelrothen Flüssigkeit mit Wasser und Uebersättigen mit Natriumcarbonat erhält man Rosolsäure.

bei fortdauernder Abkühlung dargestellt; es entwickeln sich hierbei sehr viele salpetersaure Dämpfe, die man ableiten muss. Die Farbe ist sehr ächt, färbt Wolle und Seide ohne Beize und wirkt nicht schädlich auf den thierischen Organismus ein.

Nitroproducte des Phenols.

Nitrophenylsäuren bilden sich, wenn 1, 2 oder 3 H im Phenol durch die Gruppe NO_2 substituirt werden, als krystallisirende Körper; unter denselben ist in technischer Beziehung das **Trinitrophenol** oder die **Pikrinsäure** am wichtigsten. Concentrirte Salpetersäure wirkt so heftig auf Phenol ein, dass jeder Tropfen davon, welchen man in Phenol fallen lässt, ein Geräusch erzeugt, als wenn glühendes Eisen in Wasser eingetaucht würde.

Pikrinsäure, Trinitrophenol $C_6H_2(NO_2)_3(OH)$ bildet sich bei der Einwirkung der Salpetersäure auf verschiedene organische Körper, namentlich auf die meisten Pflanzenextractivstoffe, auf Cumarin, das Alkaloid aus Asperula odorata, auf Phoridzin, die krystallinische Substanz aus der Wurzel des Apfelbaums und mehrerer Prunusarten, auf Indigo, Perubalsam und verschiedene Harze, auch auf Seide und Wolle, vorzugsweise aber auf Phenol.

Die Pikrinsäure krystallisirt in hellgelben, stark glänzenden Schuppen, schmeckt intensiv bitter und röthet Lackmuspapier; sie ist löslich in Wasser, Aether, concentrirter Schwefel- und Salpetersäure und wirkt wie Phenol antiseptisch. Bei starker Erhitzung zersetzt sie sich in Stickoxyd, Wasser, Kohlensäure und Blausäure unter vielem Kohlenrückstand; ihre Salze sind sehr explosiv.

Einwirkung der Pikrinsäure auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube wurde den Dämpfen der Säure ausgesetzt, indem 0,5 Grm. davon erwärmt und mittels der Compressionspumpe in den kleinen Zinkkasten geleitet wurden. Nach 35 M. waren 14 mit den Dämpfen geschwängerte Liter Luft verbraucht; es traten nur Unruhe, Blinzeln mit den Augen, Husten, Würgen und Erbrechen ein; die Taube erholte sich vollständig.

2) Ein Meerschweinchen bekam nach Einleitung von 14 Liter dieser Luft einen heftigen Husten und Thränen der Augen, blieb aber, nach 30 M. herausgenommen, gesund.

3) Es werden 0,5 Grm. Pikrinsäure bis zum Schmelzen erhitzt und die sich entwickelnden Dämpfe direct in den Zinkkasten eingeblasen. Es entsteht ein heftiger Husten, das Meerschweinchen reibt stark über die Nase, speichelt und athmet angestrengt und unregelmässig. Nach 20 M. herausgelassen, bleiben Athem und Herzschlag unregelmässig, jedoch fehlt jede convulsivische Bewegung. Nach 2½ St. wird es in sitzender Stellung todt gefunden.

Section nach 18 Stunden. Corticalsubstanz des Gehirns schwach weinroth gefärbt; die Lungen von schwärzlich-braunrother Farbe, beim Einschneiden tritt flüssiges, dunkelrothes Blut aus; Schleimhaut schwach geröthet. Das ganze Herz ist mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt, nur im rechten Vorhofe findet sich etwas dickflüssiges Blut; Ekchymosen zeigen sich auf dem rechten M. iliacus; alle Unterleibsorgane sind blutreich.

4 Einem Meerschweinchen wurde 1 C.-C einer gesättigten wässrigen Pikrinsäurelösung subcutan injicirt. In den ersten 8 Tagen färbte sich nur die Conjunctiva beider Bulbi gelb; erst am 10. Tage verhielt es sich ruhig, athmete langsam bei kaum wahrnehmbarem Herzschlage. Am 12. Tage wurde es todt gefunden.

Section 24 Stunden nachher. Auch hier zeigte sich besonders das Herz in allen Höhlen mit dunklem, geronnenem und wenig flüssigem Blute angefüllt.

5) Einem starken Meerschweinchen wurden 0,2 Grm. Pikrinsäure beigebracht; in der ersten Stunde zeigten sich leichte Zuckungen in den Extremitäten, in der zweiten beschleunigte Respiration und vermehrter Herzschlag; in der dritten Stunde tritt unter progressiver Abnahme der Athmung und der Herzthätigkeit der Tod ein.

Section nach 16 Stunden. Lungen dunkelblauroth, beim Einschneiden treten Blut und ein feiner weisser Schaum aus; Schleimhaut schwach geröthet. Das Herz strotzt von geronnenem Blute. Eine gelbe Färbung war nur an der innern Seite des Felles zu bemerken. Die Analyse konnte Pikrinsäure in der Leber und im Harn nachweisen.

6) Einer Taube wurde 1 C.-C. gesättigte wässrige Lösung der Pikrinsäure eingeflösst. Nach 24 Stunden zeigt sich ein starkes Jucken, welches das Thier durch beständiges Picken zwischen den Federn zu erkennen gibt und 5 Tage lang anhält; die Taube bleibt dann gesund.

7) Einer Taube werden 0,1 Grm. Pikrinsäure, in Wasser gelöst, eingeflösst; nach 1 Stunde convulsivisches Schlagen mit den Flügeln und Zurückziehen des Kopfes in den Nacken; ¼ Stunde hernach Würgen und die heftigsten Convulsionen; diese wiederholen sich häufig unter sehr beschleunigter und unregelmässiger Athmung; nach 3½ Stunden allgemeiner Tetanus, der ½ Stunde hernach zum Tode führt.

Section 20 Stunden nachher. In der Gegend der Med. oblong. unter der Dura mater ein dünnes Blutextravasat im Durchmesser eines Centimeters; auf der Oberfläche der linken Lunge streifige Blutextravasate, auf den Durchschnitten kleine Blutklümpchen; im Herzen viel geronnenes und wenig dickflüssiges Blut; an einzelnen Stellen der Schleimhaut des Dünndarms Ekchymosen. Nach 4 Tagen war der Cadaver wie eingetrocknet und bot keine Spur von Fäulniss dar.

Die Pikrinsäure macht sich in ihrer Einwirkung auf den thierischen Organismus zunächst als Säure geltend, wie schon aus dem vorherrschenden Geronnensein des Blutes in der Leiche hervorgeht; dazu kommt aber noch ihre entschiedene Einwirkung auf das Herz; ob diese sich direct auf die Herzganglien erstreckt, ist noch nicht bestimmt bewiesen, obgleich Berthold Benecke [14]) und Pariset [15]) dieser Ansicht zu huldigen scheinen; die directe Einwirkung auf das regulatorische Centrum ist wahrscheinlicher. Das starke Hautjucken, das meistens bei Menschen entsteht, wenn die Pikrinsäure Icterus erzeugt, gab sich auch entschieden an der Taube im 6. Versuche kund. Die Convulsionen, die bei der Taube beim 7. Versuche entstanden, wird man ungezwungen auf das Radical, Phenol, zurückführen können, so dass sich jedenfalls bei grossen Gaben der Pikrinsäure die Wirkung auf die Centralorgane geltend macht. Aber auch bei kleinen Gaben kann schliesslich, wenn sie wiederholt zur Einwirkung gelangen, der deletäre Einfluss auf den Organismus nicht ausbleiben.

Fabrication der Pikrinsäure. Man stellt sie im Grossen dar, indem man Carbolsäure mit gewöhnlicher Salpetersäure in Glasretorten in der Siedhitze behandelt; hier tritt neben der salpetrigen Säure auch Blausäure auf. Ist die Salpetersäure chlorhaltig gewesen, so bildet sich auch Chlorpikrin; alle Dämpfe sind deshalb durch Absorptionsmittel zu beseitigen oder noch besser unter die Feuerung zu leiten.

Ist die überschüssige Salpetersäure bis zu einem gewissen Grade abdestillirt, so lässt man erkalten, wobei die Pikrinsäure, gemischt mit der gleichzeitig gebildeten Oxalsäure, herauskrystallisirt. Die so gewonnene Säure wird zur Ausscheidung der Oxalsäure mit Kalkmilch behandelt und durch Umkrystallisiren gereinigt.

Bei dem Auflösen der Säure wird Wasserdampf zum Erwärmen in die Flüssigkeit getrieben; die mit Pikrinsäure geschwängerten Wasserdämpfe sind mit Sorgfalt aus dem Fabriklocal zu entfernen. Die zuletzt zurückbleibende Mutterlauge kann zur Gewinnung der Pikrinsäure mit Kaliumcarbonat versetzt werden, wodurch sich das schwer lösliche pikrinsaure Kalium bildet.

Alle Abfallwässer werden zweckmässig mit Kalk versetzt, ehe sie zum Abfluss gelangen, da sie noch freie Säuren enthalten können.

Eine andere Methode der Darstellung im Grossen beruht auf dem Behandeln von Lederabfällen mit gewöhnlicher Salpetersäure von 40°. Man gebraucht dazu Retorten von Steingut oder Glas; es wird hierbei ein geringer Ueberschuss von Lederabfällen genommen, so dass nichts von der Salpetersäure in der Retorte zurückbleibt. Der Rückstand wird mit siedendem Wasser erschöpft; beim Erkalten krystallisirt dann die Pikrinsäure sehr rein aus.

Die Mutterlauge liefert Bernsteinsäure und Oxalsäure; erstere rührt von den Fetten, womit das Leder behandelt worden ist, her. Die bei diesem Processe sich bildenden Gase und flüchtigen Körper sind: Kohlensäure, salpetrige Säure, Blausäure, die flüchtigen Fettsäuren, Butter-, Baldriansäure u. s. w. Der bei dieser Fabrication entstehende üble Geruch ist sehr belästigend; abgesehen davon, dass solche Fabriken nicht in Städten concessionirt werden dürfen, müssen diese flüchtigen Körper mittels Laugen von Kalium- und Natriumcarbonat absorbirt werden; dieselben bearbeitet man auf die Gewinnung der Fettsäuren, wohingegen alle nicht absorbirten Gase in eine Feuerung geleitet werden müssen.

Beim Umkrystallisiren der Pikrinsäure mittels Wasserdämpfe ist das Vermögen der Säure, sich mit Wasserdämpfen zu verflüchtigen, in sanitärer Beziehung sehr beachtungswerth, da bei andauernder Einwirkung dieser Dämpfe die Schädlichkeit derselben sich unzweifelhaft kundgeben muss. Die betreffenden Arbeiter erhalten bald eine mit Pikrinsäure imprägnirte Epidermis, wodurch sie an den unbedeckten Hautstellen lebhaft zeisiggelb erscheinen; durch Waschen mit Seife tritt eine pomeranzengelbe Färbung ein, die erst allmählig schwindet.

Die Intensität der Bitterkeit der Pikrinsäure gibt sich besonders noch dadurch kund, dass man beim Betreten einer solchen Fabrik alsbald einen bittern Geschmack empfindet, welcher durch die feinen, in der Atmosphäre verbreiteten Partikelchen derselben bedingt ist. Die Arbeiter werden hierdurch insofern belästigt, als alle Speisen und Getränke diesen bittern Beigeschmack erhalten und ihr Wohlgeschmack dadurch verloren geht: es bildet sich schon dadurch allmählig eine Appetitlosigkeit mit ihren weitern nachtheiligen Folgen aus.

Hauptanforderungen an solche Fabriken sind daher Condensation aller Dämpfe, das strengste Verbot, in den Fabrikräumen Speisen und Getränke zu geniessen, Wechsel der Arbeitskleider, die Darreichung von Seife zum jedesmaligen Reinigen der Hände vor jeder Mahlzeit und eine vollständige Badeeinrichtung

Werden diese Vorsichtsmassregeln nicht beachtet, so ergibt sich meist von selbst ein häufiger Wechsel des Arbeitspersonals in solchen Fabriken, weil die Nachtheile derselben sich zu deutlich kund geben; andrerseits macht sich aber auch hier wie überall oft die bekannte Gleichgültigkeit der Arbeiter bemerkbar, indem sie die schädlichen Einflüsse in der Regel für bedeutungslos halten. Der Fabricant muss daher mit grösster Strenge auf die Durchführung der vorgeschriebenen Präventivmassregeln dringen, wenn er das Wohl seiner Arbeiter im Auge behalten will.

Bei zufälliger Vergiftung durch Pikrinsäure steht ein kräftiges Emeticum in erster Linie; dann lasse man fleissig mit Kaliumbicarbonat versetztes Wasser trinken, um die noch vorhandene Pikrinsäure in eine schwer lösliche Form überzuführen. Natriumcarbonat ist stets zu vermeiden, weil dies eine leicht lösliche Verbindung mit der Pikrinsäure eingeht.

Dass man bisher noch wenig Vergiftungsfälle durch Pikrinsäure beobachtet hat, wenn sie als Hopfensurrogat dem Biere zugesetzt wird (s. S. 527), mag darin seinen Grund haben, dass die grosse Bitterkeit und der starke Geschmack nur kleine Zusätze duldet: selbst wenn bedeutende Quantitäten eines solchen Bieres genossen werden, ist die Gesammtmasse der darin enthaltenen Pikrinsäure nicht hinreichend, um einen ernstlichen Krankheitszustand hervorzurufen: *Chevallier* und *Lassaigne* in Paris constatirten aber, dass der Genuss eines solchen Bieres Unwohlsein hervorzurufen vermag.

Setzt man die Pikrinsäure zu Branntweinen und Liqueuren, so benutzt man ihre Verbindung mit Natron oder Kalk, weil diese Salze dem Fabricat eine viel schönere, mehr dunkelgoldgelbe Farbe verleihen und der Branntwein einen viel reinern bittern Geschmack annimmt. Wegen ihres höhern Gehaltes an Pikrinsäure können solche Liqueure aber auch leichter schädlich einwirken; sie werden bisweilen als Mittel gegen Trichinose öffentlich feilgeboten; hierdurch wird bekanntlich gegen die gesetzlichen Bestimmungen verstossen, da die Pikrinsäure und ihre Salze jedenfalls zu den sehr differenten Arzneimitteln gehören, deren Verkauf nur den Apothekern zusteht.[16])

In der Liqueurfabrication hat man auch eine Verbindung der Pikrinsäure mit Aethyl- und Amylalkohol benutzt; diese losen Verbindungen haben einen eigenthümlich aromatisch-bittern Geschmack und Geruch, sind aber in sanitärer Beziehung ganz zu verwerfen. Zur Darstellung derselben behandelt man eine Lösung der Pikrinsäure in den betreffenden wasserfreien Alkoholen mit wasserfreiem, salzsaurem Gase; die Verbindung scheidet sich dann ölartig ab und wird mit Wasser und Natriumcarbonat gewaschen.

Die **technische Verwendung** der Pikrinsäure ist vielseitig, namentlich zum Färben von Seide und Wolle für sich oder in Verbindung mit Indigo oder Anilinblau zum Grünfärben. In der Kunstwäscherei dient sie häufig zum Auffärben gelber Stoffe und in der künstlichen Blumenfabrication in Verbindung mit Indigo zur Darstellung der grünen Farbe. Hierbei ist stets die ausgenutzte Farbenflotte zu beachten, da sie niemals in Schlinggruben abzulassen ist; wegen ihrer grossen Verdünnung ist ihr freier Abfluss in Canäle gestattet. Erst nach langer Zeit zerfällt die Säure in Kohlensäure, Ammoniak resp. salpetrige und Salpetersäure neben Wasser. Gelangt sie in den Boden, so geht ihre Zersetzung sehr langsam vor sich; bei etwaiger Brunnenverunreinigung gibt glücklicherweise ihr bitterer Geschmack ein leichtes Erkennungsmittel ab.

Häufiger gebraucht man die pikrinsauren Salze zum **Färben der Kleidungsstücke**, deren Feuergefährlichkeit dadurch sehr bedeutend gesteigert wird: so enthält namentlich der citronengelbe Tarlatan häufig als Pigment das basisch pikrinsaure Calcium oder pikrinsaures Blei; fängt derselbe Feuer, so verbrennt er wie Zunder fort und an Löschen ist kaum zu denken. Unglücksfälle dieser Art kommen hauptsächlich bei Theatervorstellungen vor.

Zur **Darstellung von Sprengmitteln** kann nur reine Pikrinsäure benutzt werden, da sonst die Mischung Wasser aus der Atmosphäre anzieht und dadurch in ihrer Wirkung beeinträchtigt wird; meist werden aber nur die pikrinsauren Salze verwendet, deren Darstellung wegen ihrer grossen Explosivität eine strenge sanitäts-

polizeiliche Ueberwachung erfordert. Noch in neuerer Zeit hat eine derartige Explosion in Paris ganze Häusercomplexe zerstört und viele Menschen getödtet: das Unglück war wahrscheinlich nur durch eine zufällige Erschütterung einer Kiste, welche eine Mischung von pikrinsaurem Kalium und Salpeter enthielt, entstanden.

Von den **pikrinsauren Salzen** sind das pikrinsaure Kalium, Natrium und Blei hervorzuheben. Pikrinsaures Blei und Kupfer werden in Frankreich zu Zündraketen, ersteres bisweilen auch zur Darstellung der Zündhölzchen benutzt.

Die Fabrication von pikrinsaurem Natrium $C_6H_2(NO_2)_3ONa$ wird durch Neutralisation der Pikrinsäure mit Natriumcarbonat und Abdampfen der Lauge bewerkstelligt. In ähnlicher Weise wird das pikrinsaure Kalium $C_6H_2(NO_2)_3OK$ und Calcium fabricirt und als gelbes Pulver erhalten.

Das pikrinsaure Kalium ist fast unlöslich in kaltem Wasser: es wird deshalb mit destillirtem Wasser gereinigt, nach dem Abtropfen auf Tücher ausgebreitet und in Trockenkammern getrocknet: mit dem Grade der Trockenheit steigert sich seine Explosivität.

Pikrinsaures Blei ist ein basisches Salz, stellt ein orangerothes Pulver dar und wird durch Präcipitation von Bleiessig mittels einer Lösung von pikrinsaurem Natrium erhalten. Das Salz ist in Wasser unlöslich und noch explosiver als die pikrinsauren Alkalien: letztere kommen im Handel bisweilen unter den Namen: Pikringelb, Anilingelb oder auch Martiusgelb vor. Da diese willkürliche Nomenclatur schon viel Unglück herbeigeführt hat, indem man hierdurch zu geringerer Vorsicht veranlasst wurde, so hat in Preussen ein Erlass des Handelsministers vom 28. Juli 1865 das Publicum darauf aufmerksam gemacht, dass die Pikrinsäure in der Regel aus kleinen schwefelgelben Krystallen und die Pikrinfarbstoffe, welche Alkalien enthalten, aus einem feinen Pulver von etwas dunklerer Farbe bestehen.

Das sicherste Kriterium liefert die chemische Prüfung: Pikrinsäure ist nämlich in reinem Zustande leicht löslich in Alkohol, die pikrinsauren Alkalien sind dagegen entweder gar nicht oder schwer löslich in Alkohol. Löst man die Verbindung unter Zusatz von überschüssiger Salz- und Schwefelsäure in siedendem Wasser auf und versetzt die Lösung mit dem 5—6fachen Vol. Wasser, so bleibt bei reiner Pikrinsäure die Flüssigkeit klar; bei Gegenwart einer alkalischen Basis scheidet sich dieselbe krystallinisch aus.

Ein Schiesspulver wird gegenwärtig aus 54 Th. pikrinsaurem Ammonium und 46 Th. Salpeter dargestellt: dasselbe gibt noch einmal so viel Gas als das gewöhnliche Pulver, es bleibt nur Kaliumcarbonat zurück: beim Verbrennen entsteht aber wenig Rauch und Geruch, es würde sich daher für die Lustfeuerwerkerei, namentlich in Theatern, sehr empfehlen. Die eigentliche Natur der hierbei auftretenden Gase ist jedoch noch unbekannt.

Sehr zu beachten sind dagegen die Verbrennungsproducte eines Pulvers aus 25 Th. pikrinsaurem Ammonium, 67 Th. Bariumnitrat und 8 Th. Schwefel: dasselbe verbrennt langsam mit heller Flamme und grünem Reflex.

Chlorpikrin. Nitrochloroform CCl_3NO_2 bildet sich bei verschiedenen Oxydations- und Chlorirungsprocessen, z. B. bei der Einwirkung von unterchloriger Säure, von Königswasser oder einer Mischung von Salzsäure und chlorsaurem Kalium auf organische Substanzen. Dargestellt wird es durch Destillation von Pikrinsäure und Chlorkalk, wobei es mit den Wasserdämpfen überdestillirt: vom Wasser getrennt, wird es über kohlensauren Alkalien oder alkalischen Erden rectificirt.

Chlorpikrin ist eine farblose, ölartige Flüssigkeit von einem fürchterlich stechenden Geruche, die bis 150° ohne Zersetzung erhitzt werden kann.

Einwirkung der Dämpfe von Chlorpikrin auf den thierischen Organismus. Ein ausgewachsenes Meerschweinchen sitzt im Zinkkasten, in dem ein mit 5 Tropfen Chlorpikrin angefeuchteter Leinwandstreifen hängt. Sofort traten Thränen der Augen, starkes Reiben über die Nase, häufiger Husten und beklommenes Athmen ein. Nach 8 M. Zusatz von 5 Tropfen Chlorpikrin: dann convulsivische Erschütterungen des ganzen Körpers, nach 9 M. Hinfallen und nach 12 M. Aufhören der Respiration. Nach 13 M. Herausnahme des Thieres, bei dem noch 2 Min. lang ein unregelmässiger Herzschlag bemerkbar ist.

Section nach 20 Stunden. Von der trüben Hornhaut lässt sich das Epithelium abreiben, die Conjunctiva ist stark geröthet: auf den Durchschnitten der schwarz-bläulichen Lunge viel wässriger, röthlich-weisser Schaum und Blutklümpchen: das Parenchym schwarzbraun und mit Feuchtigkeit durchtränkt: die Schleimhaut braunroth und bis zum Larynx mit wässrigem Schaum bedeckt. Das Herz strotzt von geronnenem, dunklem, dickflüssigem Blute. Der Tod war hier offenbar in Folge von Lungenödem erfolgt.

Beim Menschen erzeugt das Riechen an Chlorpikrin ein höchst schmerzhaftes Stechen in der Nase und Stirnhöhle, wobei sich der Schmerz wie ein Blitz

nach dem Hinterhaupte zieht; Thränen und Brennen der Augen können sich bis zur Entzündung derselben steigern, während Husten und starkes Kratzen im Halse nöthigen, sich möglichst rasch den Dämpfen zu entziehen.

Auf der äussern Haut erzeugt Chlorpikrin Wunden, die mit Brandwunden zweiten Grades die grösste Aehnlichkeit haben. Weil dieser Körper einen niedrigen Siedepunct (112°) hat und sich sehr schlecht verdichten lässt, sich auch nicht mit Alkalien oder Säuren verbindet, so ist seine Vernichtung durch Feuer das einzige Mittel, um die Arbeiter vor grossem Schaden zu bewahren.

Amidoderivat der Pikrinsäure.

Pikraminsäure, Dinitroamidophenol $C_6H_2(NO_2)_2(NH_2)OH$, entsteht durch Einwirkung schwacher Reductionsmittel (Schwefelammonium) auf Pikrinsäure; stärkere Reductionsmittel (Zinn und Salzsäure) erzeugen mit derselben **Triamidophenol, Pikramin** $C_6H_2(NH_2)_3OH$. Sie krystallisirt in Rhomboëdern, schmeckt sehr bitter und schmilzt bei 160°; unter ihren Zersetzungsproducten findet sich stets Blausäure.

Einwirkung von Pikraminsäure auf den thierischen Organismus. 1) Einem starken Kaninchen wurden 2 C.-C. der gesättigten Lösung subcutan injicirt; in den ersten zwei Tagen machte sich nichts Auffälliges bemerkbar; am dritten Tage (60 St. nach dem Versuche) wurde es todt gefunden.

Section nach 24 Stunden. Lungen hellroth und blutleer; das ganze Herz ist mit geronnenem und dickflüssigem, dunkelrothem Blute angefüllt. Der Auszug der bei 100° getrockneten Leber mit Alkohol ergab beim Versetzen mit Essigsäure im Ueberschuss ein braunes Gerinnsel; das saure Filtrat färbte gebleichte resp. entschälte Seide amaranthroth; die Farbe ging in einer ammoniakhaltigen Atmosphäre in ein helles Gelbbraun über, ein Beweis, dass sich die Pikraminsäure unverändert in der Leber abgelagert hatte.

2) Einer Taube wurde dieselbe Menge eingeflösst; am 2. und 3. Tage pickte sie beständig mit dem Schnabel zwischen die Federn; dies Hautjucken verlor sich am 5. Tage, ohne dass sich sonstige Erscheinungen einstellten.

3) Einer Taube wurden im Verlaufe von 6 Tagen in Dosen von 0,1—0,2 Grm. im Ganzen 0,9 Grm. Pikraminsäure eingeflösst. 3 Stunden nach der letzten Gabe zeigten sich Schwanken, Würgen, starkes Schütteln und Convulsionen; letztere wiederholen sich in der heftigsten Weise, bis sie schliesslich in tetanischem Krampfe auf dem Rücken liegen bleibt; 8 Stunden nach der letzten Gabe erfolgt der Tod.

Section nach 20 Stunden. Hirnhäute mässig blutreich; auf den Durchschnitten der normal gefärbten Lunge Blutklümpchen; das ganze Herz strotzt von dickflüssigem, dunkelrothem Blute. Die chemische Analyse der Leber ergab Pikrinsäure; der Organismus vermag somit Pikraminsäure in Pikrinsäure umzuwandeln, grade wie bei der Zersetzung der Pikraminsäure durch Hefe Oxalsäure und Pikrinsäure entstehen; nur konnte erstere bei der Taube nicht nachgewiesen werden.

Bringt man den Thieren, namentlich den Tauben, sogleich grössere Gaben bei, so treten meist Erbrechen und Diarrhoe ein, wodurch die Säure unverändert ausgeschieden wird.

Zur **Darstellung der Pikraminsäure im Grossen** werden die bei der Pikrinsäure-Fabrication abfallenden Mutterlaugen benutzt. Nach der Neutralisation setzt man Schwefelammonium im Ueberschuss zu; nach der Abfiltration des Schwefels wird das Ammoniumsalz durch Schwefelsäure zerlegt, damit sich die Pikraminsäure als rothes Pulver abscheidet. Das Präcipitiren muss in geschlossenen Gefässen geschehen, weil sich hierbei H_2S entwickelt.

Die zurückbleibende Flüssigkeit enthält noch Pikraminsäure nebst Pikrinsäure und darf deshalb nicht in Schlinggruben abgelassen werden.

Anwendung findet die Pikraminsäure vorzugsweise beim Färben der Seide, Wolle und Baumwolle, da sie mit Basen schön gefärbte Salze bildet. Bei ihrer Application auf diese Stoffe gebraucht man neben Eisen und Kupfer auch arseniksaures Natrium, worauf man bei solchen Stoffen wohl zu achten hat. Neuerdings ist sie neben Pikrinsäure ein beliebter Zusatz zum Papierzeuge geworden, um demselben eine gelbe oder pomeranzengelbe Farbe zu geben.

Die **pikraminsauren Salze** explodiren durch Schlag oder Stoss, es ist deshalb beim Verpacken und Versenden derselben gleiche Vorsicht wie bei den pikrinsauren Salzen zu beachten.

2) Dihydroxylderivate des Benzols.

Es gehören hierher 3 Isomere: **Hydrochinon, Brenzcatechin (Oxyphensäure, Dioxybenzol)** und **Resorcin** $C_6H_4(OH)_2 = C_6H_6O_2$, wovon der letztere Körper höchst wahrscheinlich für die Farbentechnik einmal von grosser Bedeutung werden wird, wenn eine billige Darstellung desselben aus Phenol bekannt geworden sein wird. Resorcin stellt krystallisirte Tafeln dar, welche sich an der Luft rasch roth färben. *Weselsky* hat bereits durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf Resorcin gefärbte Azoverbindungen erhalten, welche sich durch Glanz und Schönheit auszeichnen und mit den Derivaten des Anilins wetteifern (m. vergl. S. 612 und 623).

Aus dem Hydrochinon entsteht durch Oxydation **Chinon** $C_6H_4O_2$, welches als der Typus vieler Verbindungen hier zu erwähnen ist: es besitzt giftige Eigenschaften.

Unter den Nitroproducten ist **Trinitroresorcin, Oxypikrinsäure, Styphninsäure** $C_6H_3(NO_2)_3O_2 = C_6H_3N_3O_8$ hervorzuheben.[17]) Diese Säure heisst auch künstliches Bitter, künstlicher Gerbstoff des Fernambukholzes und entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Schleim- oder Gummiharze (Asa foetid., Galbanum, Ammoniacum) und die wässrigen Extracte von Sandel- und Fernambukholz. Sie bildet Blättchen oder ein weisses Pulver von schwach zusammenziehendem Geschmacke; die Lösung färbt die Haut gelb, wirkt aber nicht giftig. Tauben vertragen 1 Grm. der Säure und 2 Grm. oxypikrinsaures Kalium, wenn diese Gaben auf 2 Tage vertheilt werden; unter den objectiven Erscheinungen konnte nur ein Gelbwerden der Excremente beobachtet werden.

3) Trihydroxylderivate des Benzols.

Pyrogallussäure $C_6H_3(OH)_3 = C_6H_6O_3$ wird beim Erhitzen von Gallussäure im Oelbade bei 210—220⁰ erhalten:

$$C_6H_2(OH)_3 . COOH = C_6H_3(OH)_3 + CO_2.$$

Darstellung. Sie geschieht am besten durch trockne Destillation der chinesischen Galläpfel. Man erhält aus dem wässrigen Destillate durch Eindampfen und Behandeln mit Blutkohle weisse glänzende, bei 115⁰ schmelzende und bei 210⁰ siedende Blättchen, welche in Wasser löslich sind und sehr bitter schmecken. Durch ihre grosse Neigung, Sauerstoff aufzunehmen, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, gehört sie zu den stärksten Reductionsmitteln; die sich hierbei bildenden Endproducte sind Oxalsäure und Essigsäure. Obgleich die Pyrogallussäure nicht sauer reagirt, so bildet sie doch mit Metallen salzhaltige Verbindungen; sie färbt Eisenoxydulsalze indigblau, Eisenoxydsalze tiefgrün.

Einwirkung der Pyrogallussäure auf den thierischen Organismus. 1) Einem Meerschweinchen von mittler Grösse wurden 1,5 Grm. Pyrogallussäurelösung eingeflösst. Nach 30 M. Zittern, nach 45 M. Hinfallen mit rotirenden Bewegungen der Vorderbeine, die nach 90 M. durch heftige Zuckungen unterbrochen werden; nach 2 St. Nachlass; dann progressive Abnahme der Temperatur, Respiration und Herzthätigkeit; ruhiger Tod nach 3 St. 40 M.

Section nach 20 Stunden. Pupillen in mittlerm Durchmesser, Hirnhäute hyperämisch, Gehirn schmutzigroth gefärbt; die Lungen von schwärzlich-rother Farbe, auf dem rechten untern Lappen nadelknopfgrosse Ekchymosen, das Parenchym vielfach schwarzroth und weniger lufthaltig, auf den Durchschnitten etwas flüssiges Blut und feiner weisser Schaum. Das ganze Herz strotzt von flüssigem, schwarzrothem Blute; die blutreiche Leber ist schwarzbraun gefärbt. Blut, Muskeln und die übrigen Organe waren schwärzlich gefärbt, während der Cadaver, der 3 Tage lang in einer geheizten Stube liegen blieb, noch keine Fäulnisserscheinungen darbot.

2) Eine Taube, die 0,22 Grm. wasserfreie Pyrogallussäure erhielt, erbricht, stürzt hin, bekommt schwache Zuckungen und stirbt nach 3 Stunden unter progressiver Abnahme der Respiration und Herzthätigkeit.

Bei der Section, 5 Stunden hernach, zeigt sich auf beiden Hemisphären zwischen Schädel und Dura mater ein 2 Linien breites, schwarzes, geronnenes Blutextravasat; das kleine Gehirn umspült ein dünnflüssiges, flaches Blutextravasat. Die grauröthlichen Lungen sind unter der Pleura mit schwarzen Längsstreifen versehen, während die hintere Fläche ganz schwarz erscheint. Flüssiges schwarzes Blut tritt aus den Durchschnitten; das ganze Herz ist mit dickflüssigem, schwarzem Blute angefüllt; die blutreiche Leber ist schwarz gefärbt.

3) Der kleine Zinkkasten wurde mit den Dämpfen der Säure angefüllt; eine Taube blieb in demselben 30 M. lang und wurde anfangs von starker Dyspnoe und hierauf von Würgen und Erbrechen befallen. Herausgenommen, schwankt sie und fällt 10 M. nachher hin, richtet sich aber wieder auf; 3 Stunden später fällt sie unter

Zuckungen hin, die in starkes Zittern übergingen; unter zunehmendem Collapsus stirbt sie nach 6 Stunden.

Bei der Section, 12 Stunden nachher, zeigt sich in der Umgebung der Med. oblong. ein flaches, flüssiges Blutextravasat; der übrige Befund stimmt mit dem beim 2. Versuche überein.

Personne[18]) hat zuerst auf die giftige Eigenschaft der Pyrogallussäure aufmerksam gemacht und gefunden, dass Hunde nach einer Gabe von 2—4 Gramm unter Erbrechen, Hinfälligkeit, Zittern, Sinken der Temperatur und Dyspnoe, also unter ähnlichen Erscheinungen wie den oben beschriebenen, sterben. Er ist der Ansicht, dass die Säure gleich dem Phosphor durch Sauerstoffentziehung wirke und dadurch Asphyxie erzeuge; unzweifelhaft geht der Tod von der Lunge und dem Herzen aus. Da die Säure bei Gegenwart von freien oder kohlensauren Alkalien den Sauerstoff mit der grössten Begierde anzieht, so ist es ebenso wenig zu bezweifeln, dass sie diese Eigenschaft auch bei der Einwirkung auf den thierischen Organismus geltend macht, namentlich wenn sie als Dampf eingeathmet wird; dass aber auch die Nervencentren mit in den Wirkungsbereich der Säure hineingezogen werden, dafür sprechen sowohl die heftigen Convulsionen als auch der Sectionsbefund.[19])

Anwendung findet die Pyrogallussäure am meisten in der Photographie als Reductionsmittel, in der Kosmetik als Haarfärbemittel; ihrer Verwendung in der Färberei ist der hohe Preis noch hinderlich. In der Analyse wird sie zur quantitativen Bestimmung von Sauerstoff benutzt.

Amidoderivat des Benzols.

Amidobenzol, Anilin $C_6H_5 . NH_2 = C_6H_7N$ wird in der Technik gewöhnlich **Anilöl** genannt und stellt ein Gemenge von Anilin mit mehreren Toluidinen dar. Reines Anilin ist eine gelblich gefärbte Flüssigkeit von schwach aromatischem Geruche, die bei einem spec. Gew. von 1,02 bei 185° siedet; sie ist in Alkohol leicht löslich und verharzt an der Luft durch Sauerstoffaufnahme. Anilin entsteht durch Reduction des Nitrobenzols:

$$C_6H_5NO_2 + 3H_2 = C_6H_5 . NH_2 + 2H_2O.$$

Fritzsche wählte den Namen „Anilin“, weil er es zuerst aus Indigo (Indigofera Anil) dargestellt hat. Es bildet als schwache Base mit Säuren Salze, von denen das schwefelsaure ($2C_6H_7N . H_2SO_4$), das salzsaure ($C_6H_7N . HCl$), das salpetersaure ($C_6H_7N . HNO_3$) und das oxalsaure Anilin ($2C_6H_7N . C_2H_2O_4$) in der Technik am häufigsten vorkommen.

Mit Zink-, Zinn- und Quecksilbersalzen geht es eigenthümliche Verbindungen ein, z.B. $ZnCl . 2C_6H_7N$.; man nennt sie Metallanilide und betrachtet sie als Additionssalze des Anilins Eine Lösung von unterchlorigsauren Alkalien (Chlorkalk) färbt auch die geringste Spur von Anilin violett; Chromsäure oder eine Mischung von Kaliumchromat und Schwefelsäure erzeugen ähnliche Färbungen, indem in Folge eines Oxydationsprocesses Anilinfarbstoffe entstehen, deren Natur mit der Zusammensetzung des angewendeten Anilins wechselt

Einwirkung von Anilin auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube wird im Zinkkasten fast anhaltend 15 Minuten lang den dichten Dämpfen von Anilin ausgesetzt, welche aus einem erwärmten Kölbchen, das käufliches Anilin enthält, in den Kasten geblasen werden. Blinzeln mit den Augen, Unruhe, Schütteln, angestrengtes Athmen treten bald ein; nach 9 M. sinkt sie zusammen und bleibt in einer nach vornüber geneigten Stellung sitzen. 6 M. hernach auf den Boden gesetzt, stürzt sie beim Versuche zu gehen kopfüber; der Taumel lässt bald nach, die Herzaction ist sehr vermehrt und Erbrechen zeigt sich; nach 2 Stunden läuft sie wieder einher. Am folgenden Morgen liegt sie auf der Seite unter Zuckungen und fibrillärem Zittern aller Muskeln des Stammes, die allmählig nachlassen, bis 18 Stunden nach dem Versuche der Tod erfolgt.

Section 8 Stunden hernach. Pia mater nur stellenweise blutreich; Lungen von normaler Farbe, enthalten etwas dickflüssiges, dunkles Blut; das ganze Herz strotzt von dunklem, flüssigem Blute; übrigens nichts Besonderes. In Lunge und Leber konnte deutlich Anilin nachgewiesen werden.

2) Ein ausgewachsenes Meerschweinchen wurde in derselben Weise den Anilindämpfen ausgesetzt. Starkes Reiben über die Nase, Husten, Thränen der Augen, Zittern

des ganzen Körpers, convulsivische Zuckungen machen das Thier nach 30 M. unfähig, sich aufrecht zu erhalten; die Respiration wird beschwerlich und unregelmässig. Bei der Herausnahme nach 42 M. ist der ganze Körper erschlafft, die Pupille erweitert, die Zuckungen wechseln mit Zittern der Beine ab, bis sich schliesslich der ganze Körper in vibrirender Bewegung befindet; es wird unter allmähliger Abnahme der Respiration 8 Stunden nach dem Versuche todt gefunden.

Bei der Section, 10 Stunden hernach, ist die Pia mater sehr blutreich, nur der rechte untere Lungenlappen ist braunroth und zeigt auf den Durchschnitten etwas blutigen Schaum mit geronnenen Blutpartikelchen; das ganze Herz ist vollständig mit schwarzem, geronnenem Blute ausgefüllt. Lunge und Leber ergaben einen deutlichen Anilingehalt; zum Nachweise desselben wurden diese Organe zerkleinert und mit durch Salzsäure angesäuertem Wasser macerirt, dann das Filtrat mit Aetzkali übersättigt und der Destillation unterworfen; das Destillat gab mit Chlorkalk und mit Chromsäure sofort eine starke Reaction auf Anilin.

3) Einem grossen Kaninchen wurden 30 Tropfen reinen Anilins eingeflösst: schon nach 15 Min. sind beschleunigtes Athmen und ein starkes Muskelzittern bemerkbar; nach 2 Stunden Lähmung der Hinterbeine und momentan die heftigsten Convulsionen. Unter röchelndem Athmen und Wiederholung der Convulsionen Tod nach 5 Stunden.

Section 36 Stunden hernach. Der untere und mittlere Lungenlappen ist schwarzbraun und zeigt auf den Durchschnitten weissen Schaum, der linke obere Lappen ist emphysematös; das Herz ist mit geronnenem, schwarzem Blute und Faserstoffgerinnsel angefüllt; die Harnblase enthält viel Urin, welcher deutlich auf Anilin reagirte.

4) Einem mittelgrossen Kaninchen wurden 12 Tropfen käuflichen Anilins subcutan injicirt; nur beschleunigtes Athmen und Nachschleppen der Hinterbeine traten ein. Am folgenden Morgen subcutane Injection von 24 Tropfen; dieselben Symptome; 7 Stunden nachher sprang es von einer 2 Fuss hohen Anhöhe auf den Boden. Am folgenden Tage wurde es Nachmittags unter zunehmender Abnahme der Respiration immer hinfälliger und starb 36 Stunden nach der zweiten Injection.

Die Section liefert ein sehr ähnliches Resultat, namentlich in Bezug auf den Befund im Herzen.

5) Einem grossen Bastard-Hunde wurden 8 Grm. Anilin eingeflösst: schon nach 20 M. fällt er hin, nach 45 M. sind die Hinterbeine wie gelähmt; Stöhnen, Zittern, rotirende Bewegungen, sehr mühsames Athmen unter bellendem Stöhnen, Abnahme der Temperatur sind die vorherrschenden Erscheinungen. Nach 4 Stunden Opisthotonus, dann allgemeine Convulsionen, starke Zuckungen der Augenlieder und Gesichtsmuskeln mit convulsivischem Zusammenschlagen der Kiefer, Speicheln, Sinken der Temperatur bis auf 30° C., erloschene Reaction. Nach 10 Stunden Aufhören der krampfhaften Bewegungen, unter sehr unregelmässigem Athmen und starkem Speicheln. Tod nach 11 Stunden.

Bei der Section, 20 Stunden hernach, ist der Blutreichthum der Pia mater beachtenswerth; auch die Plex. ven. spin. strotzen von Blut; auf den Durchschnitten der schmutzig grauen Lunge viel Schaum und dunkles, flüssiges Blut; das Herz und die grössern Venen mit schwarzem, dickflüssigem und geronnenem Blute angefüllt. Im Urin konnte deutlich Anilin nachgewiesen werden.

Was zunächst die Wirkung der Anilindämpfe betrifft, so ergeben die Versuche, dass sie nur in sehr concentrirtem Zustande eine Lebensgefahr bedingen. Aehnliche Erfahrungen hat man auch in Anilinfabriken bei den Arbeitern gemacht, wenn sie plötzlich den Anilindämpfen, die sich beim Oeffnen der Destillirblasen entwickeln, ausgesetzt waren. Allgemeine Schwäche, grosse Betäubung, heftiger Kopfschmerz, beklommenes, erschwertes Athmen, kaum fühlbarer Puls, sehr schwacher Herzschlag, Kälte der Glieder und eine cyanotische Färbung der Haut*), selbst Zittern und Zuckungen in den Extremitäten sind die aus der Erfahrung gewonnenen Symptome, die unter Umständen einen sehr beunruhigenden Charakter annehmen können, wenn nicht sofort die erforderliche Hülfe zur Hand ist.

Ein glaubwürdiger Fall von der letalen Wirkung der Anilindämpfe bei

---

*) In den höhern Graden erscheinen die Venen der Hand und der Ohrläppchen wie mit Farbstoffen injicirt.

Arbeitern ist bis jetzt noch nicht vorgekommen; zudem hat man in Anilinfabriken auch das Auftreten der Dämpfe von Nitrobenzol zu berücksichtigen, so dass es oft schwierig ist, die eigentliche Ursache der Erkrankungen zu erforschen.[20])

Die gelbe Färbung des Tannenholzes in Anilinfabriken ist ein deutlicher Beweis, dass sich hier stets Anilindämpfe entwickeln; man muss aber zugeben, dass diese Färbung auch bei der geringsten Spur derselben stattfindet, so dass sich aus dieser Thatsache allein niemals von vornherein auf Unzuträglichkeiten bei der Fabrication schliessen lässt. Immerhin muss die Natur der Dämpfe zu dem Bestreben, sie möglichst sorgfältig zu condensiren, auffordern, was der Fabricant übrigens auch aus pecuniärem Interesse nicht unterlassen wird. Auch in Anilinfabriken wiederholt sich die Erscheinung, dass manche Arbeiter ganz besonders empfindlich gegen Anilindämpfe sind und genöthigt werden, solche Fabriken zu verlassen.

Vergiftungen durch Ingestion von Anilin können natürlich nur durch Zufälligkeiten oder Versehen entstehen. Die Symptomatologie unterscheidet sich in den wesentlichen Puncten nicht von der Vergiftung durch die Dämpfe, nur tritt dabei die Affection der Nervencentren rascher auf. Wie aus den Versuchen an Thieren hervorgeht, können sich das Zittern und die Zuckungen zu den heftigsten klonischen und tonischen Krämpfen steigern. Die paretischen Erscheinungen treten anfangs mit Hyperaesthesie auf, gehen aber bei letalem Ausgange in vollständige Lähmung über. Die Störungen der Motilität und Sensibilität können bei Fabrikarbeitern nur dann einen chronischen Charakter annehmen und zwar monatelang dauern, wenn sie längere Zeit in einem erhöhten Grade den Anilindämpfen ausgesetzt gewesen sind. Dies sind aber höchst seltne Fälle, die nur beim Beginne dieser Fabrication vorgekommen sind, als man mit der Schädlichkeit der Dämpfe noch weniger vertraut war; gegenwärtig können nur Fahrlässigkeit der Fabricanten oder Unvorsichtigkeit der Arbeiter solche Folgen verschulden. Meist bleibt es in den schlimmsten Fällen bei dem Zittern der Hände und den Zuckungen einzelner Muskelbündel, ganz analog den Erscheinungen bei den Thierversuchen.[21])

Der letale Ausgang ist stets durch eine progressive Abnahme der Respiration und Herzthätigkeit gekennzeichnet; auch der wichtigste Befund bei den Sectionen besteht in einer auffallenden Anfüllung des Herzens mit geronnenem Blute, womit sich Stauungen in der Lunge, Emphysem oder ein höherer und geringerer Grad von Blutreichthum in den Hirnhäuten verbinden. In Uebereinstimmung hiermit findet sich in den Vergiftungsfällen bei Menschen und Thieren stets ein kaum fühlbarer Puls und eine sehr schwache Herzbewegung, Erscheinungen, die sich im Hinblick auf den gesammten Symptomencomplex auf die Affection der nervösen Centralorgane zurückführen lassen.[22])

Was die Wirkung der Anilinsalze betrifft, so erzeugte die subcutane Injection von 1,55 Grm. **schwefelsaurem Anilin** bei einem jungen Hunde Würgen und mehrmaliges Erbrechen bei stark contrahirter Pupille, nach 4 Stunden starkes Zittern und nach 5 St. Zuckungen in den Extremitäten; dann trat Restitution ein. Am folgenden Tage wurden ihm 2,5 Grm. desselben Präparats eingeflösst, welches nur starkes Speicheln erzeugte. Am 3. Tage hatten 1,25 Grm. nur Erbrechen zur Folge.

Bei Fröschen bringt eine subcutane Injection von 0,05—0,01 Grm. Schwäche in den Hinterbeinen, erweiterte Pupille, fibrilläre Zuckungen und unregelmässige Respiration hervor. Grössere Gaben bewirken Lähmung der Hinterbeine, Stillstand der Respiration und des Herzens in diastole.

Nach subcutaner Injection von 0,4 Grm. **essigsaurem Anilin** folgten bei einem Kaninchen Zittern des ganzen Körpers und Parese der hintern Extremitäten. Nach 4 Stunden konnte Anilin im Harn nachgewiesen werden. Am folgenden Tage noch Diarrhoe und Hinfälligkeit bemerkbar; dann Restitution.

Eine subcutane Injection von 0,4 Grm. **salzsaurem Anilin** bewirkte nach 1 Stunde allgemeines Zittern, nach 2 Stunden Zuckungen in den hintern Extremitäten, dann allgemeine Parese; das Kaninchen vermochte nicht mehr aufzustehen. Am andern Tage, 36 Stunden nachher, Anilin im Urin bei scheinbarer Restitution; dann, 80 Stunden nach dem Versuche, starb es unter progressiver Abnahme der Respiration.

Bei der Section fand sich die rechte Lunge auf den Umfang einer starken Wallnuss collabirt und blutleer, die rechte Herzhälfte mit flüssigem, die linke mit geronnenem Blute angefüllt. In der Brust hatten sich 4 Grm. flüssigen, braunrothen Blutes angesammelt; Corticalsubstanz der Nieren sehr blutreich, die Harnblase mit hellem Urin angefüllt, in dem Anilin nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Bei einem starken Hunde erzeugte die Ingestion von 4 Grm. **salzsaurem Anilin** nur Schleimerbrechen; 4 Grm von **saurem salzsaurem Anilin** hatten mehrmaliges Erbrechen zur Folge, wodurch wahrscheinlich der grössere Theil des Salzes mit entleert wurde.

Das schwefelsaure Anilin ist im Ganzen am wenigsten giftig und zwar deshalb, weil es eine feste Verbindung ist, die weit schwieriger als essigsaures und salzsaures Anilin zerfällt. Das leichtere Zerfallen dieser Salze begünstigt daher auch ein vollständigeres Uebergehen des Anilins in's Blut, das bekanntlich bei der subcutanen Injection viel leichter als bei der Ingestion erfolgt. Die äussere Application von salzsaurem Anilin vermag erfahrungsgemäss schon eine vollständige Anilinvergiftung zu erzeugen.[23])

Bei der **Darstellung von Anilin im Grossen** gebraucht man zur Reduction Essigsäure, hauptsächlich aber Salzsäure und Eisen. Man bringt das Gemisch in eine kupferne, mit einem Rührwerk versehene Blase und verschliesst dieselbe mit einem Deckel, durch den man eine bis auf den Boden reichende Trichterröhre führt. Zur Erwärmung benutzt man Dampf in einem Schlangenrohr.

Während das Nitrobenzol durch den Trichter in die Blase fliesst, setzt man das Rührwerk in Bewegung; eine wässrige Flüssigkeit mit Oeltropfen destillirt zuerst über. Da diese noch Anilinsalze der angewendeten Säure und unzersetztes Nitrobenzol enthält, so wird sie wieder zurückgegossen; dann wird der bei 175 – 190° übergehende Theil besonders aufgenommen.

An der Reduction des Nitrobenzols betheiligen sich der Wasserstoff und das Eisenoxydulsalz, es bleiben daher in der Blase Eisenoxydhydrat neben wenig salzsaurem und freiem Anilin zurück, vermischt mit einer harzigen Masse.

Bei Anwendung gespannter Wasserdämpfe erhält man eine grössere Ausbeute und ein reineres Product; die Zusammensetzung des Rohanilins richtet sich übrigens nach der Natur des benutzten Benzols resp. Nitrobenzols; stets stellt das Anilöl ein Gemenge von Anilin und Toluidin u. s. w. dar.

Das Condensationswasser, das bei Anwendung von gespannten Wasserdämpfen abfällt, ist stets anilinhaltig; Kochsalz und Glaubersalz scheiden zwar aus demselben das Anilin aus, aber nicht so vollständig wie eine Chlorkalklösung, durch welche ein dem **Mauvanilin** ähnliches Anilinharz gewonnen wird. Erst nach einer solchen Behandlung darf das Abfallwasser abgelassen werden.

Der Rückstand in der Destillirblase besteht bei Anwendung von Eisen und Essigsäure aus Eisenacetat, Eisenoxydhydrat, Eisenoxyduloxyd und metallischem Eisen; man kann denselben zur Darstellung von Eisenbeizen und Eisensalzen benutzen oder durch Glühen in geschlossenen Gefässen regeneriren. Niemals darf er im Freien lagern, da er, wenn er durch Wind aufgewirbelt wird, die Adjacenten auf mannigfache Weise belästigen oder die Vegetation beschädigen kann.

In sanitärer Beziehung ist stets das Hauptaugenmerk auf die Condensation der Anilindämpfe zu richten; selbst beim Füllen oder Umfüllen der Flaschen müssen sich die Arbeiter vor dem verdampfenden Anilin schützen; auch eine anscheinend geringfügige Einwirkung macht sich schliesslich um so mehr geltend, je häufiger sie eintritt.

Aniline, bei denen ein oder beide Amidowasserstoffe durch Kohlenwasserstoffreste vertreten sind.

Methylanilin $C_6H_5 . NH(CH_3)$ und **Dimethylanilin** $C_6H_5 . N(CH_3)_2$ wurden bisher durch Digestion von **Anilin** mit **Jodmethyl** gewonnen. Wegen des hohen Preises der Jodverbindungen lässt man gegenwärtig Holzgeist (oder Alkohol) unter Mitwirkung hoher Temperaturen auf salzsaures Anilin einwirken, um **salzsaures Methylanilin** darzustellen:

$$C_6H_5NH_2 . HCl + CH_3OH = C_6H_5NH(CH_3) . HCl + H_2O.$$

Die entsprechenden **Aethylaniline** werden in der Farbentechnik nicht benutzt. Sämmtliche Verbindungen sind dem Anilin ähnliche Flüssigkeiten und bilden mit Säuren krystallisirbare Salze; auch ihre Einwirkung auf den thierischen Organismus ist dem Anilin analog. So bekam eine Taube nach einer Gabe von 0,67 Grm. Aethylanilin schon nach 5 M. Erbrechen, verfiel aber nach 5 Stunden in die heftigsten Convulsionen, die sich mehrmals wiederholten; ein schwankender Gang blieb, der Schwindel und die Unfähigkeit zu stehen nahmen gleichzeitig mit einem immer schwächer werdenden Herzschlage zu, bis der Tod am 4. Tage eintrat. Bei der Section fiel be-

sonders die Anfüllung des ganzen Herzens mit stark coagulirtem, schwarzem Blute auf. Die Oberfläche der Med. oblong. war mit einem ganz flachen, flüssigen Blutextravasate bedeckt.

Substitution des Amidowasserstoffs durch den Benzolrest.

Diphenylamin $C_6H_5(C_6H_5)NH$ wird durch Erhitzen von salzsaurem Anilin mit dem doppelten seines Gewichts Anilin in einem Papinischen Topfe erhalten. Das Handelsproduct enthält noch Ditoluylamin und Phenoltoluylamin; sowohl Diphenylamin als auch seine Salze werden durch Salpetersäure blau, durch Salzsäure tiefblau gefärbt. Durch Einwirkung von Holzgeist auf **salzsaures Diphenylamin** bei 250—300° entsteht **Methyldiphenylamin** $C_6H_5(CH_3)(C_6H_5)N$, das mit Salpetersäure einen purpurrothen Farbstoff liefert. Durch Oxydation oder Reduction gewinnt man aus ihm blaue, violette und braune Farbstoffe.

Substitution von 2 H im Benzol durch die Amidogruppe.

Diamidobenzol oder **Phenylendiamin** $C_6H_4(NH_2)_2 = C_6H_8N_2$ wird erhalten, wenn Binitrobenzol oder Nitranilin mit Eisen und Essigsäure behandelt wird; ein basischer, krystallisirbarer, bei 140° schmelzender und bei 267° siedender Körper, welcher mit Mineralsäuren **Phenylendiaminsalze** bildet. Bei der Darstellung von **Phenylbraun** kommt Phenylendiamin zur Verwendung (s. S 612); es liefert mit Salpetersäure einen Nitrokörper $C_6H_7(NO_2)N_2$.

Verbindungen von zwei Benzolresten durch zwei Stickstoffatome.

Die **Azoverbindungen** stellen eine Reihe intermediärer Verbindungen dar, die zwischen Nitrobenzol und Amidobenzol liegen; sie werden entweder durch theilweise Reduction des Nitrobenzols oder durch Oxydation des Amidobenzols dargestellt. Nur wenige dieser Körper haben bisher in der Farbenindustrie Verwendung gefunden. Azoxybenzol $C_{12}H_{10}N_2O$ entsteht durch Kochen von Nitrobenzol mit alkoholischem Kali, Azobenzol $C_{12}H_{10}N$ bei der Destillation dieser Körper.

Verbindung des Benzolrestes mit zwei durch doppelte Bindung unter sich vereinigten Stickstoffatomen.

Unter den **Diazoverbindungen** ist besonders das **salpetersaure Diazobenzol** $C_6H_5{-}N{-}N{-}NO_3$ bekannt, das durch Einwirkung von salpetriger Säure auf salpetersaures Anilin entsteht. Alle Diazoverbindungen zerfallen beim Erwärmen ihrer wässrigen Lösung in gasförmig entweichenden Stickstoff und Phenol und wirken giftig.[24])

Da sich Toluidin zu salpetriger Säure ähnlich wie Anilin verhält, so benuzt man in der Industrie schweres Anilöl mit einem reichen Gehalte an Toluidin, um die **Safraninsalze**, schöne rothe Farbstoffe, zu gewinnen. Anilin und Toluidin werden zu diesem Zwecke durch salpetrige Säure in Amidoazobenzol und Amidoazotoluol übergeführt; auf diese Azoverbindungen lässt man Kaliumbichromat (früher auch Arsensäure) einwirken. Die Base, **Safranin** $C_{21}H_{20}N_4$ liefert schwefelsaure, salzsaure, salpetersaure und pikrinsaure Salze.[25])

Toluol.

Methylbenzol, Toluol $C_6H_5{-}CH_3 = C_7H_8$ ist ein steter Begleiter von Benzol; es wurde zuerst bei der Destillation des Toluharzes dargestellt, wovon sein Name herrührt. Toluol ist eine farblose Flüssigkeit, die bei 111° siedet.

Seine **Wirkung auf den thierischen Organismus** ist ähnlich der von Benzol: bei 15 Grm. Toluol, die auf erwärmtem Sande im grossen Kasten verdampften, entstanden bei einem mittelgrossen Hunde grosse Unruhe, Augenthränen, heftiges Schreien, convulsivische Zuckungen und Zittern des ganzen Körpers. Nach 10 M. in's Freie gebracht, fällt das Thier auf die Seite und bleibt ganz erschlafft bei contrahirter Pupille liegen. Nach 3 M. versucht es zu gehen, fällt aber auf die Seite; der Schwindel und die Betäubung lassen nach 12 M. nach; die Restitution ist bald vollständig.

Dargestellt wird Toluol bei der Rectification des Steinkohlentheers, indem man die zwischen 100—120° übergehenden Antheile auffängt, mit concentrirter Schwefelsäure behandelt und nochmals rectificirt.

Chlorderivate des Toluols.

Benzylchlorid. Chlorbenzyl $C_6H_5CH_2Cl = C_7H_7Cl$ wird fabrikmässig dargestellt, wenn man Chlor in siedendes Toluol leitet. Man bedient sich dazu eines mit einem Rückflusskühler und einer Destillircondensationsröhre versehenen Apparates. An der obern Oeffnung des erstern ist ein Rohr anzubringen, welches in eine Flasche mit kalt gehaltenem Wasser taucht, um hier die übergehenden Dämpfe zu condensiren. Fast reines Chlorbenzyl ist das Destillat zwischen 173–176°, das eine farblose Flüssigkeit darstellt, die mit alkoholischem Ammoniak Amidoderivate des Toluols, nämlich **Benzylamin** $C_6H_5CH_2NH_2$ neben **Dibenzylamin** $(C_6H_5CH_2)_2NH$ und **Tribenzylamin** $(C_6H_5CH_2)_3N$ liefert. Lässt man Chlorbenzyl bei 160° unter Druck auf Methylrosanilin (Anilinviolett) einwirken, so bildet sich ein **benzilirtes Violett**.

Die **Benzylmethylanilin-Violette** spielen gegenwärtig eine grosse Rolle, da sie die für Färber wichtige Eigenschaft besitzen, auch bei Gegenwart einer gewissen Menge Säure auf der animalischen Faser befestigt werden zu können, ohne dass der Glanz der Farbe dabei verloren geht.

Nitroderivate des Toluols.

Man unterscheidet drei Mononitroderivate, bei denen die Nitrogruppe NO_2 in den Benzolkern eingetreten ist. Das flüssige, nach Bittermandelöl riechende und bei 223° siedende **Nitrotoluol** $C_6H_4NO_2CH_3 = C_7H_7NO_2$ ist gewöhnlich mit dem Nitrobenzol vermischt. Die beiden andern Nitrotoluole haben einen verschiedenen Siedepunct.

Hydroxylderivate des Toluols.

Zu den Monohydroxylderivaten gehören die **Kressole** $C_6H_4 \begin{cases} OH \\ CH_3 \end{cases}$, welche das OH im Benzolkern enthalten und sich wie **Phenole** verhalten, auch mit diesen aus den schweren Theerölen erhalten werden. **Victoriagelb** oder **Anilinorange** ist ein rothes **Dinitrokressolsalz**, das als gelbe Farbe technisch verwerthet wird.

Hierher gehört auch der Benzylalkohol, der das OH in der Seitenkette CH_3 hat $= C_6H_5-CH_2(OH)$. Durch Oxydation wird er in Benzylaldehyd und **Benzoësäure** übergeführt. Letztere wird übrigens technisch aus dem Kuhharn dargestellt und findet in der Theerfarbenindustrie, bei Anfertigung von Tabakssaucen und zur Befestigung verschiedener Beizen Verwendung. Ein Dihydroxylderivat des Toluols ist das **Orcin** $C_6H_3(OH)(OH)CH_3$ (siehe S. 538), sowie der Salicylalkohol $C_7H_8O_2$, der durch oxydirende Agentien in Salicylaldehyd und **Salicylsäure** $C_7H_6O_3$ übergeführt wird. Letztere wird jetzt fabrikmässig nach *Kolbe* durch Einwirkung von Kohlensäure auf **Natriumphenylat** dargestellt; sie hat sich rasch einen Ruf als desinficirendes Mittel erworben und ist wegen ihrer Geruch- und Geschmacklosigkeit in manchen Fällen der Carbolsäure vorzuziehen, wenngleich letztere als fäulnisswidrige Substanz stets noch ihre Stellung behaupten wird.[1]

Amidoderivate des Toluols.

Vertritt die Amidogruppe das H im Benzolkern, so entstehen die **Toluidine**, während sie beim Benzylamin in der Seitenkette liegt. Man stellt **Toluidin** $C_6H_4(NH_2)CH_3 = C_7H_9N_2$ im Grossen gewöhnlich durch Reduction des Nitrotoluols mittels fein vertheilten Eisens und der Essigsäure oder Salzsäure dar. Das krystallirte Product wird durch Aufnehmen in Petroleumessenz gereinigt, da sich das Toluidin in derselben vollständig löst, während harzartige Körper und flüssige Basen ungelöst bleiben.

Es ist auf die Feuergefährlichkeit und die schädliche Einwirkung der Dämpfe von der Petroleumessenz hierbei zu achten; das Auflösen muss deshalb stets in geschlossenen Gefässen geschehen.

Je nach der Beschaffenheit des benutzten Nitrotoluols erhält man auch verschiedene Modificationen des Toluidins. So liefert das bei gewöhnlicher Temperatur feste Nitrotoluol auch ein festes, aus wasserhaltigem Weingeist in ziemlich grossen Blättchen herauskrystallisirendes Toluidin, welches bei 40° schmilzt und bei 198° siedet.

Pseudotoluidine nennt man die aus den beiden flüssigen Nitrotoluolen erhaltenen flüssigen Toluidine; man gebraucht zu ihrer Darstellung in der Regel ebenfalls Reductionsmittel.

Das Pseudotoluidin ist eine farblose, bei 198° siedende Flüssigkeit, dessen Salze leichter krystallisiren als die entsprechenden Anilinsalze. Mit Schwefelsäure und Kaliumchromat wird es blau, mit Chlorkalk und Salzsäure violett gefärbt, liefert aber erst mit dem doppelten Gewicht Anilin vermischt das Anilinroth.

Einwirkung des Toluidins auf den thierischen Organismus. 1) Einem Kaninchen wurde 1 CC flüssiges Toluidin subcutan injicirt. Nach einer Stunde Bauchlage mit zu Boden gesenktem Kopfe, die es nur beim Vorwärtsschieben verlässt; dieser Zustand von Betäubung hält 10 Stunden lang an, dann bleibt das Thier gesund.

2) Einem Kaninchen wurden 0,5 Grm. krystallisirten Toluidins eingeflösst; anfangs schien die Fresslust vermindert zu sein; andere Erscheinungen traten nicht ein.

3) Eine grosse Taube sitzt im Glaskasten; 40 Tropfen von flüssigem Toluidin werden erhitzt und eingeblasen; nach 5 M. Verdampfung von 20 Tropfen. Nach 10 M. geringes Schwanken und erschwerte Respiration; nachdem noch die Dämpfe von 30 Tropfen eingeleitet worden, erfolgt mehrmaliges Erbrechen; es bleibt bei der schwankenden Bewegung und unregelmässigen Respiration. Nach 30 M. herausgenommen, stürzt sie beim Gehen, richtet sich aber wieder auf und bekommt starkes Würgen und Erbrechen; dann verhält sie sich ruhig, verschmäht aber das Futter nicht, was am folgenden Tage der Fall ist. Am 3. Tage anscheinende Erholung, am 4. Tage spät Abends Tod unter klonischen und tonischen Krämpfen.

Section nach 24 Stunden. Hirnhäute wenig blutreich; Lungen hellroth, auf den Durchschnitten wenig flüssiges Blut. Das ganze Herz ist mit schwarzem, zu einzelnen Strängen coagulirtem Blute vollständig angefüllt; lange coagulirte Stränge lassen sich aus den einzelnen Venen herausziehen. Der Kropf ist mit Wicken angefüllt.

Die Erscheinungen sprechen für die Aehnlichkeit der Wirkung von Toluidin mit der von Anilin; die Dämpfe des erstern vermögen aber schon in einem weniger concentrirten Zustande einen letalen Ausgang herbeizuführen. So entspricht auch das Aethyltoluidin*) in seiner Wirkung auf den Thierorganismus dem Aethylanilin, entfaltet dieselbe aber ebenfalls rascher (s. S. 622).

0,646 Grm. von durch Erhitzen von Toluidin und Jodäthyl dargestelltem **Aethyltoluidin** $C_9H_{13}N$ werden einer Taube eingeflösst. Nach 2 M. treten häufiges Erbrechen, nach 7 M. Schwanken mit Neigung zum Rückwärtsfallen, aber erst nach 1½ Stunden ein betäubter Zustand ein. Am folgenden Tage noch schwankendes Gehen bei anfangs beschleunigtem, dann verlangsamtem Athmen; Nachmittags Convulsionen und 15 M. nach Eintritt derselben Tod unter Tetanus.

Section nach 24 Stunden. Ein durchsichtiges, dünnes Blutextravasat umgibt die Medull. oblong. und einen Theil des Kleinhirns. Auf den Durchschnitten der hellrothen Lungen etwas flüssiges Blut, das ganze Herz ist aber mit dickflüssigem und geronnenem Blute angefüllt.

Die Anilinfarbenindustrie.

Die Amidoderivate des Toluols haben für einen der grossartigsten Industriezweige der Gegenwart, für die Anilinfarbenfabrication, die grösste Bedeutung; das Rohmaterial besteht, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, aus Benzol und Anilinöl. In England waren es Perkin (1856), A. W. Hofmann (1858 und 1863), Medloch (1860), Nicholson (1862) und Lightfoot (1863), in Frankreich Verguin (1859), Bechamp (1860), Girard und de Laire (1860), deren Namen sich eng an diese Industrie knüpfen, während in Deutschland der verdienstvolle Runge eigentlich die Grundlage für alle weiteren Entdeckungen geschaffen hat.[2])

Die bedeutendsten Anilin- und Anilinfarbenfabriken finden sich in Offenbach, Bieberich, Höchst bei Frankfurt a. M., Mannheim, Barmen, Elberfeld und Crefeld. Der Werth der Gesammtfabrication belief sich im Jahre 1872 bereits auf 10 Millionen Thaler.

Durch die theuren Jodpreise wurde Jodviolett durch Methylanilinviolett verdrängt. Weitere Fortschritte in der Industrie werden es hoffentlich möglich machen, dass die Arsensäure, welche bisher in der Anilinfarbenfabrication eine so grosse Verwendung gefunden und bloss in Deutschland jährlich Rückstände

*) Aethyltoluidin liefert ebensowenig wie Aethylanilin Farben.

von 30,000 Cent. arseniger Säure geliefert hat, in ihrer Anwendung immer mehr beschränkt wird. Da die Darstellung von Anilinroth auf einem Oxydationsprocesse beruht, so bot unter den verschiedenen oxydirenden Mitteln die Arsensäure bisher in technischer Beziehung viele Vortheile dar.

Die Anilinfarben stellen eine Reihe zusammengesetzter Amidoderivate des Toluols dar, welche den Benzolrest noch enthalten und durch Aufnahme von Sauerstoff die Base des rothen Farbstoffs, das Anilinroth, Rosanilin, Fuchsin, liefern. Aus einem Gemisch von Anilin und Toluidin stellt man diese Base am besten dar:

$$C_6H_5(NH_2) + 2C_6H_4(NH_2)CH_3 + 3O = C_{20}H_{19}N_3 + 3H_2O$$

$$C_{20}H_{19}N_3 \text{ ist} = C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} NH-C_6H_3(CH_3) \\ NH-C_6H_3(CH_3) \end{matrix} \right\rangle NH \text{ (Anilinroth)}$$

Erst die Salze des Rosanilins liefern die prächtigen rothen Farbstoffe. Die erhaltenen Producte werden durch Behandlung mit Oxydations- oder Reductionsmitteln wiederum in andere Farben übergeführt. Unter den vielen, kaum sämmtlich namhaft zu machenden Anilinfarben nehmen das Anilinroth, Anilinviolett und Anilinblau die wichtigste Stelle ein.

Anilinroth.

Anilinroth $C_{20}H_{19}N_3$ hat noch eine Menge anderer Namen, von denen in der Industrie Fuchsin am gebräuchlichsten und von der Firma Renard und Franc in Lyon wegen der Aehnlichkeit des Roths mit der Fuchsiablüthe eingeführt worden ist. A. W. Hofmann stellte es zuerst durch Einwirkung von Chlorkohlenstoff (CCl_4) in zugeschmolzenen Röhren bei einer Temperatur von 170,^{0} bis 180^0 dar und nannte es Rosanilin, ein Name, welcher unter den Chemikern allgemein angenommen worden ist.

Verguin hat zuerst die *Hofmann*'sche Entdeckung durch Benutzung von wasserfreien Metallchloriden verwerthet. *Medlock*, *Nicholson*, *Girard* und *de Laire* machten vorzugsweise von der Arsensäure Gebrauch, ein Verfahren, welches sich bis jetzt noch wegen der Billigkeit der Darstellung und der reichlichen Ausbeute erhält (35—38%).

Die Benutzung der Arsensäure hat jedoch in sanitärer Beziehung grosse Nachtheile für die Arbeiter im Gefolge und ihr Rückstand, die arsenige Säure, führte zu den grössten Belästigungen der Fabricanten, da die Wegschaffung resp. Wiederbenutzung derselben äusserst schwierig blieb.

A. **Fuchsindarstellung mittels Arsensäure.** Die hierzu gebräuchliche Arsensäure kommt im Handel als eine syrupsdicke, wasserhaltige vor; durchschnittlich werden cc. auf 2 Mol. Anilin 1 Mol. wasserfreie Arsensäure und 5 Mol. Wasser genommen, wobei das Anilin stets eine gewisse Menge Toluidin enthalten muss. Die Fabrication zerfällt in mehrere Stadien:

1) **Darstellung der Schmelze.** Das Gemenge von Anilinöl und Arsensäure wird in eisernen Retorten einer 190^0 nicht übersteigenden Erhitzung ungefähr 8—10 Stunden lang unterworfen.

Die eiserne Retorte ist cylindrisch, hat in der Mitte einen Rührer, welcher durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Am Deckel befinden sich ferner eine Röhre zum Einlassen von heissem Wasser, ein Mannloch zum Eintragen des Gemenges und zum Reinigen des Apparates, ein Sicherheitsventil, eine Oeffnung zum Einsetzen des Thermometers und ein Hals zum Abführen der Dämpfe.

Am untern Theile der Retorte ist eine weite Ablaufröhre mit einem Hahn angebracht, um das Herausnehmen der Rohschmelze zu umgehen, eine Manipulation, welche früher für die Arbeiter höchst gefährlich war, da aus dem geöffneten Gefässe stets Anilindämpfe aufsteigen und höchst nachtheilig einwirken.

In sanitärer Beziehung empfiehlt es sich, den Kühlapparat, in welchen der Hals der Retorte verläuft, ausserhalb des Kesselraums aufzustellen, denn hier gelangt Anilin leicht zur Verdunstung, welches die am Apparate beschäftigten Arbeiter sehr benachtheiligen kann.

Da stets Wasser- und Anilindämpfe übergehen und sich condensiren, so wird Anilin durch Kochsalz-Zusatz vom Wasser getrennt.

Die hier abfallenden Wässer dürfen niemals in Senkgruben abgelassen werden; in Canälen mit starker Spülung oder in fliessenden Wässern schaden sie wegen der Verdünnung nicht. Nachdem das Uebergehen von Anilin aufgehört hat, wird noch Wasserdampf eingelassen, um allen Anilindampf fortzureissen, wobei aber ganz besonders die Placirung des Kühlapparats ausserhalb des Fabrikraumes erforderlich ist, damit die abgehenden Wasserdämpfe durch ein Rohr über das Dach des Fabriklocals hinaus geleitet werden. Schliesslich wird heisses Wasser in die Schmelze gebracht, um nach einiger Zeit die flüssige Masse abzulassen und durch Blechrinnen in geeignete Behälter zu leiten; statt Blechrinnen sollten aber hierzu stets Röhren verwendet werden.

In kleinern Fabriken sind noch gusseiserne, eingemauerte Kessel mit aufgeschraubten Deckeln gebräuchlich, wobei ein Arbeiter mit einer Kurbel den Rührer in Bewegung setzt; der Hauptnachtheil besteht hier darin, dass die Arbeiter dann auch die Rohschmelze aus dem Apparat herausschöpfen müssen. Die Rohschmelze erstarrt bald und wird nachher pulverisirt. Abgesehen davon, dass die Arbeiter durch die Berührung mit der Rohschmelze Geschwüre an den Händen und allgemeine Hautausschläge bekommen und den Anilindämpfen in hohem Grade ausgesetzt sind, ist es namentlich der mit dem Pulverisiren verbundene Staub, welcher für diese höchst nachtheilige Folgen haben kann. Die Erscheinungen der vollständigen Arsenvergiftung können hierbei auftreten, und man kann kühn behaupten, dass das Pulverisiren der Rohschmelze immer den gefährlichsten Act in der Anilinfarbenfabrication in sich schloss.

In sanitärer Beziehung ist es in solchen Fällen geboten, die Mahlapparate in einem vollkommen abgeschlossenen Raume aufzustellen, so dass der die Kurbel drehende Arbeiter ausserhalb desselben seinen Stand nehmen kann, um der Einwirkung dieses Staubes nicht ausgesetzt zu sein; aber auch dann erfordert es noch die Vorsicht, vor Mund und Nase Schwämme zu binden. Geboten ist ohnehin dieser Schutz beim Betreten des Mahlraumes und beim Herausnehmen des Mahlgutes.

2) **Das Ausziehen des Farbstoffs aus der Rohschmelze.** Die Rohschmelze besteht aus arsensaurem Rosanilin, aus freier arseniger und Arsensäure, sowie aus Rückständen, welche man in der Technik „harzige Materien“ zu nennen pflegt.

In England pflegte man früher die Rohschmelze mit Wasser auszukochen, die heisse Flüssigkeit von dem harzartigen Rückstande zu trennen und dann der Krystallisation zu überlassen; die Mutterlauge wurde hierauf noch weiter auf Farbstoffe bearbeitet*). Gegenwärtig wird meist die breiige Rohschmelze noch durch einen Dampfstrom 5 Stunden lang ausgekocht. Das Wasser ist in der Regel mit etwas Salzsäure angesäuert.

Nachdem die Flüssigkeit von der **harzartigen Materie** durch Filtration mittels auf Rahmen gespannter Wolltücher befreit worden, wird sie in Reservoirs von Eisenblech abgelassen. Nun setzt man **Kochsalz** im Ueberschuss hinzu, um die Rosanilin-Salze vollständiger in salzsaure zu verwandeln, und erhält die Lösung durch Dampf in Bewegung, wobei auf die entstehenden Dämpfe, die Arsenchlorür enthalten können, wohl zu achten ist; es müssen daher jedenfalls hierzu geschlossene Gefässe genommen und die Dämpfe abgeleitet werden**).

Das salzsaure Rosanilin ist in der concentrirten Kochsalzlösung fast unlöslich und setzt sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ab, während **arsenigsaures** und **arsensaures Natrium** gelöst bleiben. Durch längeres Absetzenlassen in grossen Reservoirs gewinnt man den Farbstoff.

---

*) Man versetzte die Mutterlauge mit Kalkmilch, um einen Theil der Arsensäure und arsenigen Säure zu fällen; der Niederschlag der Kalksalze wurde noch mit Essigsäure behandelt, um den Farbstoff auszuziehen. Der auskrystallisirte Farbstoff war arsensaures Rosanilin, das auf Grün, Violett, Blau verarbeitet, aber auch vielfach direct zum Rothfärben benutzt wurde; in Folge dessen kamen die vielfach angeklagten rothen wollenen Zeuge in den Handel.

**) Früher benutzte man concentrirte kochende Salzsäure, wobei sich eine grosse Menge Arsenchlorür zum grössten Nachtheil der Arbeiter entwickelte. Dieser Act war eine Hauptveranlassung der früher viel häufiger vorkommenden Arsenvergiftungen.

3) **Reinigung des Farbstoffs.** Der von der Oberfläche der Mutterlauge vorher abgenommene und gesammelte Farbstoff wird durch heisses Wasser abgewaschen und gelangt dann häufig schon in den Verkehr; besser ist es aber, die Reinigung resp. die Beseitigung des Kochsalzes und namentlich der Arsenverbindungen durch Umkrystalliren zu vervollständigen.

Anilinroth, Rosanilin, Fuchsin ist im freien Zustande als Base farblos. Ihre Salze mit 1 Aequivalent Säure (HCl) liefern die rothen Farben, die mit 3 Aequivalenten Säure die gelbbraunen. Die Base ist im Alkohol leichter löslich als in Wasser, in Aether vollständig unlöslich. Die Lösung färbt sich an der Luft rosa- und endlich tiefroth. Die sauren Salze sind löslicher als die Salze mit 1 Aequiv. Säure.

In Deutschland nennt man besonders das salzsaure und schwefelsaure Rosanilin, in England das essigsaure Rosanilin: Fuchsin. Das salzsaure Salz bildet **cantharidengrüne** Blättchen mit schönem, metallischem Glanze und löst sich in Alkohol mit schöner rother Farbe auf, während die Salze mit 3 Aeq. Säure **gelbbraun** gefärbt sind.

Je nach der Darstellung erhält man entweder ein Rosanilinsalz oder die freie Base; letztere versetzt man dann mit Salzsäure, Pikrinsäure, Chromsäure, Oxalsäure, Salpetersäure, Gerbsäure u. s. w.

Behandlung der arsenhaltigen Laugen. Dieser Gegenstand hat zu den vielfachsten Untersuchungen Veranlassung gegeben, aber noch zu keinem befriedigenden Ergebnisse geführt. Mag man die Mutterlaugen zu verwerthen oder auf irgend eine Weise unschädlich zu machen suchen, an jedes Verfahren knüpfen sich für den Fabricanten mehr oder weniger kostspielige Einrichtungen.

Man hat bisher die Rückstände mit Kalk im Ueberschuss gefällt, um aus den gelösten arsenikalischen Natriumverbindungen **unlösliches arsenigsaures** und **arsensaures Calcium** zu erhalten. Hierbei begegnet man aber dem unglücklichen Umstande, dass der Kalk nur bei Abwesenheit von Ammoniumsalzen arsenige und Arseniksäure als basisches unlösliches Salz fällt; da aber diese Wässer stets ammoniakalisch sind, so wird auch die Löslichkeit dieser Arsenite und Arseniate begünstigt.

Schon zweckmässiger würde es sein, statt Kalk **Dolomit** zu nehmen, um bei Gegenwart der Ammoniumsalze die arsenige und Arseniksäure vollständig zu binden und zwar erstere als Calcium- und Magnesiumsalz und letztere als arsensaures Ammonium-Magnesium. Diese Salze sind unter diesen Verhältnissen so gut wie unlöslich, so dass man den Rückstand in Flüsse mit hinreichender Strömung abfliessen lassen könnte. Kleinere Bäche würden sich jedoch schon deshalb hierzu nicht eignen, weil diese Mutterlaugen noch tief violettroth gefärbt sind, auf lange Strecken hin kleine Wasserläufe färben und das betreffende Wasser für ökonomische Zwecke unbrauchbar machen.

In Anilinfarbenfabriken am Oberrhein und am Main lässt man die mit Kochsalz und Kalk behufs Abscheidung des Farbstoffs resp. Bindung des Arsens behandelten Abfallwässer schon seit 1862 in den Rhein resp. Main fliessen. Dieses Verfahren soll angeblich weder das öffentliche, noch private Interesse geschädigt haben, obgleich die stark roth gefärbten Wässer einer Fuchsinfabrik, die nicht selten täglich über 60 Ctr. Arsensäure verbraucht, selbstverständlich noch namhafte Quantitäten Arsen enthalten müssen. Jedenfalls sollte man in diesen Fällen den Abfluss nur während der Nacht gestatten, damit die Verunreinigung der Flüsse durch die Farbstoffe wenigstens zu einer Zeit geschieht, wo das Wasser nicht zu häuslichen oder wirthschaftlichen Zwecken benutzt wird. Man will selbst im Main bei einer Breite von 150—200 Meter und einer durchschnittlichen Tiefe von 1,5 Meter keinen Nachtheil für die Fischzucht bemerkt haben. In Basel hat man berechnet, dass auch bei niedrigem Wasserstande täglich 4,200,000 Kubikfuss unter der dortigen Rheinbrücke vorbeifliessen; würden nun in den verschiedenen Fabriken auch täglich 500 Kilogr Arseniksäure verwendet werden, so würde die Menge derselben allerdings im Vergleiche mit dem vielen Wasser des Rheins eine geringe sein, namentlich wenn die Fabrikwässer sofort in die Strömung geleitet werden.

Trotzdem ist das Verfahren nicht zu billigen, da es eine Verunreinigung der Flüsse zur Folge hat, deren Tragweite man nie genau zu ermessen vermag. Vom sanitären Standpuncte aus muss man für die Reinerhaltung der Flüsse Sorge tragen und unter allen Umständen den Abfluss dieser Effluvien ohne Zusatz von Kalk verhüten, da ihr Arsengehalt bis 18 Grm. pro Liter betragen kann.[3])

Erfolgt das Abdampfen der Abfallwässer nur bis zu einer gewissen Concentration, so muss die arsenikalische Brühe mittels einer Druckpumpe nach einem besondern Gebäude geleitet werden, in dem das Abdampfen mittels directer Feuerung

oder durch die Feuergase der Dampfkessel in grossen bedeckten Pfannen bezw. Flammenöfen geschieht und zwar in der Regel unter geringem Zusatz von **Kalk**, weil sich bei grössern Mengen desselben ein schwer zu beseitigender Rückstand bilden soll. Wird aber die Flüssigkeit nicht auf diese Weise neutral gemacht, so müssen zweifelsohne mit den Wasserdämpfen Arsenverbindungen (Arsenchlorür) fortgerissen werden, obgleich viele Fabricanten diese Thatsache nicht zugeben wollen.

Man sollte bei jedem Abdampfen die Anlage von Condensationscanälen vorschreiben, die sich an den Ofen anschliessen und zum Ablagern des etwa mit übergerissenen Arsens dienen, ehe die Dämpfe in den Schornstein gelangen.

Zur Speicherung der Abfallwässer dienen grosse verschliessbare, besonders gelegene und mit Cement verputzte Bassins, an denen ein Ueberlaufrohr anzubringen ist, falls unvorhergesehene Umstände eine starke Anhäufung dieser Rückstände veranlassen sollten. Das Abflussrohr muss direct mit den Bassins in Verbindung stehen und bis zur Mitte eines Stromes geleitet werden, wenn die örtlichen Verhältnisse den Abfluss der Wässer gestatten sollten, nachdem sie mit Kalk oder Dolomit behandelt worden sind.

Beim Abdampfen behufs Wiedergewinnung der arsenigen Säure sind die grössten Vorsichtsmassregeln erforderlich (s. S. 295). [4])

Die **Einrichtung der Fabriken** zur Darstellung von Fuchsin mittels Arsensäure ist im Allgemeinen durch die Circular-Verfügung des Ministeriums für Handel und Gewerbe vom 10. Juni 1865 vorgeschrieben worden. [5]) Hauptsächlich müssen die Fussböden vollständig wasserdicht sein; Rinnsteine oder ähnliche Abzüge dürfen nirgends vorhanden sein, die Schwellsteine sind auf 15 Ctm. Höhe anzulegen; die vorgeschriebene Cementbekleidung des untern Theils der Wände kann auch ein Theeranstrich auf Manneshöhe ersetzen. Das sogenannte Kochlocal muss stets getrennt liegen und mit keinem andern Raume in Verbindung stehen. Die Arseniksäure muss in besondern Räumen mit den betreffenden Geräthen aufbewahrt werden; über die Verwendung derselben ist ein Giftbuch zu führen (s. S. 296).

Bearbeitung des harzartigen Rückstandes der Fuchsinbereitung. Dieser Rückstand besteht aus einem Gemisch von violetten und gelben Farbstoffen neben variablen Mengen von arsenigsaurem und arseniksaurem Rosanilin und freier arseniger und Arsensäure; ist das Fuchsin mit Kochsalz gefällt worden, so sind sie stark roth gefärbt.

Man behandelt sie häufig mit verdünnter siedender Aetznatronlauge, um die Farbstoffe zu gewinnen und die Arsenverbindungen und Arsensäuren so viel als möglich zu beseitigen. Leider werden dann die entstandenen Natriumarseniate und Natriumarsenite wieder meist zum Kuhkothbade benutzt. Auch die Waschwässer sind arsenhaltig.

Der ausgewaschene Rückstand besteht aus humusartigen Substanzen und basischen Farbstoffen. Die getrocknete Masse wird von manchen Fabricanten bei 100° in Anilin aufgelöst, wobei das Auftreten von Anilindämpfen zu berücksichtigen ist; es müssen daher jedenfalls geschlossene Gefässe gebraucht werden. Bei der Filtration dieser Lösung bleibt die humusartige Substanz auf dem Filter. Durch Sättigung des Filtrats mit Salz- oder Essigsäure erhält man eine Base, **Violanilin**, deren Salze Seide und Wolle blauschwarz färben. Hierauf wird durch Kochsalz **Mauvanilin** erhalten, dessen Salze Wolle und Seide blauviolett färben. Aus der nun übrig gebliebenen Lösung wird durch Uebersättigung mit einem Alkali Anilin ausgeschieden und mittels eines Dampfstroms in eine Retorte überdestillirt. Der Rückstand ist **Chrysotoluidin**, dessen Salze gelb färben.

Die erwähnten Basen und Salze sind aber meistens noch arsenhaltig und daher bei ihrer Anwendung in den Färbereien mit Vorsicht zu gebrauchen. Gegenwärtig werden die harzigen Rückstände in reinem Zustande dargestellt und die betreffenden Farben anders benannt; so hat man **Grenadin** zum Braunfärben, **Georgin** zum Gelb- oder Orangefärben, das **Orseillin** oder **Anilingranat**, das **Xanthin**, das **Wienerbraun** u. s. w. in den Handel gebracht. Durch Reductionsmittel gewinnt man **Bismarkbraun** und **Giselagelb**.

Viele Fabricanten ziehen den mit Kalk präcipirten Farbstoff auch häufig mit schwefliger Säure aus; letztere wird durch Kochen verjagt und dann der Farbstoff, welcher selbstverständlich arsenhaltig bleibt, zum Färben und Malen benutzt. Die abfallende Flüssigkeit, welche das arsenigsaure und arseniksaure Calcium enthält, wird eingedampft und als Ersatz des Kuhkothbades in der Kattundruckerei gebraucht. Aus dieser Ursache sind vor noch nicht langer Zeit die vielen arsenikalischen Kattundrucksachen in den Verkehr gekommen, während der auf diese Weise billig gewonnene, aber arsenhaltige Farbstoff auch zum Bemalen von Kinderspielsachen und hundert andern werthlosen Gegenständen benutzt wird.

B. Coupier'sches Verfahren zur Darstellung von Fuchsin. Coupier hat bisher reines Anilin mit Nitrotoluol, käufliches Anilin mit gewöhnlichem Nitro-

benzol, auch Nitrotoluol mit Toluidin oder endlich Nitroxylol mit Xylidin unter Zusatz von Eisenchlorid und Salzsäure verwendet. Bei der fabrikmässigen Darstellung wird eins der genannten Gemische in einem emaillirten Eisengefässe bis auf 200° erwärmt.

Man erwärmt so lange, bis eine Probe der Schmelze in der Wärme dickflüssig ist, bei Abkühlung aber rasch zu einem starren, spröden Klumpen, ähnlich der Fuchsinschmelze, erstarrt. Die feste Masse wird gemahlen, mit Wasser ausgekocht und aus der Lösung der Farbstoff durch Sodalösung ausgefällt. Die Reinigung durch Wiederauflösen und Krystallisiren erfolgt wie beim Fuchsin.

Die Entwicklung von Anilindämpfen ist zwar auch hier nicht ganz zu vermeiden, wie man sich in Fabriken dieser Art leicht überzeugen kann; grosse Fabrikräume sind jedoch geeignet, diese Nachtheile bedeutend zu vermindern. Sonst fehlen alle andern schädlichen Einflüsse und das Verfahren ist einfach und reinlich: auch die Abfallwässer sind unschädlich und enthalten bei einem rationellen Betriebe nur etwas Kochsalz, welches sich bei der Behandlung der sauren Schmelze mit Soda bildet.

Beim Mahlen der Schmelze sind aber auch hier die oben erwähnten Vorsichtsmassregeln zu beachten, wenn man es auch nicht mit arsenikalischem Staube zu thun hat; es ist immerhin möglich, dass vom Rohmaterial noch unzersetzte Stoffe vorhanden sind, welche sich dem Staube mittheilen können.[6])

C. **Nicholson'sches Verfahren.** Man nimmt bei der Bereitung des Fuchsins auf 3 G. Th. käufliches Anilin 1 G. Th. Salpetersäure von 1,42 spec. Gew., 1 G. Th. Salzsäure von 1,16 spec. Gew. und lässt das Ganze auf 175—205° C. erhitzen.

D. **Fabrication von Anilinroth (Fuchsin) mittels Quecksilbersalze.** Man benutzt dazu vorzugsweise salpetersaures Quecksilberoxydul; das Quecksilber findet sich grösstentheils in der Schmelze in metallischem Zustande wieder.

Ein grosser Theil davon verflüchtigt sich aber auch während der Fabrication und ist dieselbe in sanitärer Beziehung mit vielen Gefahren verbunden, indem das Product nicht immer quecksilberfrei ist. Diese Methode kommt gegenwärtig nur selten noch zur Ausführung, erfordert aber stets grosse Vorsicht.

Das Anilinroth kann bei sorgfältiger Fabrication quecksilberfrei sein, denn theoretisch ist nachgewiesen, dass beim Zusatz äquivalenter Mengen von Chloriden zum Anilin Quecksilber ausgeschieden werden muss; in der Praxis ist jedoch dieses Resultat fast nie zu erreichen.

Reductionsproducte des Rosanilins.

Leukanilin $C_{20}H_{21}N_3$ entsteht durch Einwirkung von nascirendem Wasserstoffe auf Rosanilin, wobei letzteres ein Molecül Wasserstoff aufnimmt. Stellt man in die angesäuerte Lösung von salzsaurem Rosanilin (Fuchsin) ein Stück Zink, so tritt eine Entfärbung ein unter Bildung einer gelben, harzartigen Masse, welche in Wasser zu Pulver gerieben, filtrirt und in schwacher Salzsäure gelöst wird: diese Base bildet mit 3 Aequiv. Säure ungefärbte Salze. Leukanilin verhält sich somit zu Rosanilin wie Indigweiss zu Indigblau. *Durande* hat dieses Verhalten als Enlevage oder Reservage für Anilinroth benutzt.

Oxydationsproducte des Rosanilins.

Hierher gehört das **Geranosin** oder **Anilinponceau**, welches durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Rosanilin erhalten wird.

Scharlach wird durch Kochen von essigsaurem Rosanilin mit salpetersaurem Blei dargestellt.

Anilinviolett.

Substituirt man die drei mit dem Stickstoff verbundenen Wasserstoffe des Rosanilins durch Kohlenwasserstoffe, so erhält man basische Körper, deren Salze die Violette liefern. Man unterscheidet methylirte, äthylirte und phenylirte Violette.

1) **Triaethylrosanilin** $C_{20}H_{16}(C_2H_5)_3N_3$ bildet mit 2 Molecülen Salzsäure das im Handel vorkommende **Hofmann's Violett (Aethylrosanilin, Dahlia, Primula).**

Zu seiner **Darstellung** benutzt man eine Mischung von Rosanilin, Alkohol, Aethyljodid und Aetznatron, welche man in eine kupferne Blase mit für Dampfheizung eingerichtetem Doppelboden bringt; sie steht mit einem Kühler, dessen Schlangenrohr aus Kupfer im Kühlfass liegt, in Verbindung. Die Dämpfe des übergehenden Alkohols und des Aethyljodids werden wieder aufgenommen und condensirt; es ist dabei sehr zweckmässig, wenn das Schlangenrohr in einen Gassammler übergeht, um namentlich die Dämpfe des Jodäthyls aus dem Fabriklocal entfernt zu halten.

Das Product, **jodwasserstoffsaures Triäthylrosanilin** $C_{20}H_{16}(C_2H_5)_3N_3 + 2HJ$, wird nach geschehenem Abdestilliren des noch frei vorhandenen Weingeistes und Aethyljodids mit Natriumhydrat behandelt, um die Base frei zu machen. Das Jodalkalimetall wird dann durch Auskochen entfernt und diejenige Säure zugesetzt, deren Salze man darstellen will.

2) **Trimethylrosanilin** $C_{20}H_{16}(CH_3)_3N_3$ wird auf dieselbe Weise dargestellt; statt Aethyljodid wird zu der erwähnten Mischung Methyljodid zugesetzt; auch dieselben Vorsichtsmassregeln sind dabei zu beobachten.

In neuerer Zeit umgeht man den Gebrauch der Jodverbindungen und lässt auf eine Mischung von 80 Methylalkohol und 100 salzsaurem Anilin in einem Papinischen Digestor eine Hitze von 200° einwirken. Das hierdurch entstehende Product besteht vorzugsweise aus **Trimethylphenylammoniumchlorid** neben chlorwasserstoffsaurem Monomethylanilin; ersteres wird bei der Destillation in Methylchlorid und **Dimethylanilin** zerlegt:

$$C_6H_5(CH_3)_3 . NCl = C_6H_5(CH_3)_2N + CH_3Cl.$$

Bei der Rectification des Dimethylanilins benutzt man Alles, was zwischen 190—210° übergeht.

Um das Dimethylanilin in **Methylviolett** zu verwandeln, wird es mit Kupferchlorid oder einem anderen Kupfersalze vermischt, mit einem quarzhaltigen Sande zerrührt und auf Porcellanschalen einer Wärme von 70° ausgesetzt. Hierauf trennt man die Kupferverbindungen durch wässriges Ammoniak und zieht aus dem bronceähnlich gefärbten Sande den Farbstoff mit Salzsäure oder Weingeist aus; durch Zusatz von Natriumhydrat wird schliesslich aus der salzsauren Lösung der violette Farbstoff präcipitirt.

Das **Blauviolett** stellt eine goldgelbe Substanz dar, welche sich in Alkohol mit blauvioletter Farbe löst. Es gibt ausserdem noch ein **methylirtes Rothviolett**; je nach der Mischung der benutzten Materialien schwankt die Farbennüance.

In sanitärer Beziehung ist bei der Benutzung von Methyljodid stets sorgfältig auf die Condensation der Dämpfe desselben zu achten.

3) **Triphenylrosanilin** $C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3$, **phenylirtes Violett**, wird durch Erhitzen eines Rosanilinsalzes mit Anilin dargestellt. Der hierzu gebräuchliche Apparat und das Verfahren wird bei der Fabrication von phenylirtem Blau beschrieben werden. Die Darstellungsweise beider Farbstoffe unterscheidet sich nur darin, dass für die Gewinnung von Violett eine geringere Menge von Anilin genommen und der Schmelzprocess abgekürzt wird. Die Repräsentanten dieses Violetts sind das **rothe** und **blaue Kaiserviolett**.

Die betreffenden Basen bestehen aus einem Gemenge von Mono-, Di- und Triphenylrosanilin.

Perkin's Violett, Mauveïn, Anileïn, wird durch Einwirkung oxydirender Mittel, speciell von Kaliumbichromat auf toluidinhaltiges Anilin erhalten; es wird bisweilen auch Arsensäure benutzt. Nach der Wahl dieser Agentien richten sich auch die in sanitärer Beziehung nothwendigen Massregeln.

Der violette Farbstoff ist in der Technik als **Mauve**, das salzsaure Salz des **Mauveïns** $C_{27}H_{24}N_4$, bekannt.

Anilinblau.

Für die Darstellung der rein blauen Salze dient 1) das **Triphenylrosanilin** $C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3$. Rosanilinsalze werden mit Anilin und in der Regel noch mit einer schwachen organischen Säure (Essigsäure, Benzoësäure) zusammen erwärmt.

Bei der Fabrication im Grossen unterscheidet man wie bei der Fuchsingewinnung a) die **Darstellung der Schmelze.** Man gebraucht dazu mehrere guss-

eiserne, emaillirte Töpfe, welche in einem gemeinschaftlichen Oel- oder Paraffinbade sitzen, mit Rührvorrichtung und einem nach einem Kühler führenden Abzugsrohr versehen sind.

Der Deckel ist aufgeschraubt und der Rührer steckt in einer Stopfbüchse. Zum Entnehmen der Proben dient eine andere mit einem Holzpfropf versehene Oeffnung; ein knieförmiges Rohr zur Ableitung der Dämpfe führt von jedem Topfe aus zu einem wagerechten Rohr, welches mit dem Schlangenrohr im Kühlfasse verbunden ist; das Schlangenrohr ist nothwendigerweise mit einem Gassammler in Verbindung zu setzen, um die Verbreitung der Anilindämpfe im Fabriklocale zu verhüten.

Nach beendigtem Processe wird der Digestor mittels eines Krahns aus dem Bade herausgenommen und sein Inhalt ausgegossen, eine Procedur, die jedenfalls unter einem gut ziehenden Rauchfange vorzunehmen ist, um die Arbeiter so viel als möglich vor den Dämpfen zu schützen.[7])

b) **Ausziehen des gebildeten blauen Farbstoffs aus der Schmelze.** Je nach der Art von Blau, welches man gewinnen will, beobachtet man ein verschiedenes Verfahren.

Das unmittelbare Blau erhält man durch einfaches Auswaschen der Schmelze mit Salzsäure, das gereinigte Blau durch eine vorhergehende Lösung der Schmelze in Alkohol, das Lichtblau durch Zusatz einer alkoholischen Aetznatronlösung zur Schmelze, das in Wasser lösliche Anilinblau durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Anilinblau.*)

Je nach der Menge der benutzten Schwefelsäure entstehen Mono-, Di-, Tri-Tetrasulfosäure: gegenwärtig stellt man fast ausschliesslich Triphenylrosanilinmonosulfosäure und Triphenylrosanilindisulfosäure dar, welche man mit Aetznatron behandelt. Die betreffenden Farben sollen ächt sein.

Die Base Triphenylrosanilin stellt eine weisse geronnene Masse dar, welche durch Waschen und Trocknen an der Luft blau und durch Erhitzen braun wird. Mit 1 Aequiv. Salzsäure wird das im Handel als **Anilinblau** vorkommende **salzsaure Triphenylrosanilin** dargestellt, ein blaubraunes, kaum krystallinisches Pulver, das in Wasser und Aether unlöslich, in Alkohol mit blauer Farbe schwer löslich ist.

Manche Fabricanten bewirken die Verbindung in offenen Gefässen und veranlassen dadurch grosse Belästigung für die Arbeiter und Adjacenten.

2) **Tritoluylrosanilin, Toluidinblau** $C_{20}H_{16}(C_7H_6)_3N_3$ entsteht in analoger Weise wie das Triphenylrosanilin, wenn man nach *A. W. Hofmann* essigsaures Rosanilin auf das doppelte Gewicht Toluidin bei 130—150° einwirken lässt. Die drei mit dem Stickstoff verbundenen Wasserstoffe des Rosanilins werden hier durch 3 Molecüle Toluyl ersetzt.[8])

3) **Diphenylaminblau** (s. Diphenylamin S. 623).

Grüne Farbstoffe.

Man unterscheidet 3 Sorten von Grün: 1) **Aldehydgrün, Usèbe'sches Grün**, wird aus dem Aldehydblau dargestellt, welches man durch Einwirkung von Aldehyd auf eine saure schwefelsaure Rosanilinlösung gewinnt.

Man löst das Aldehydblau in Wasser auf und versetzt es mit gelöstem unterschwefligsaurem Natrium. Nach kurzem Kochen filtrirt man den schwefelhaltigen Niederschlag von der grünen Lösung ab; letztere kann zum Färben benutzt werden.

In sanitärer Beziehung ist hierbei das massenhafte Auftreten von **schwefliger Säure** bei der Zersetzung von unterschwefligsaurem Natrium zu beachten. Die Waschwässer sind bei ihrem Gehalt an Schwefelsäure nicht beliebig abzulassen.

Festes Aldehydgrün erhält man als amorphes Pulver durch Behandeln der grünen Lösung mit Zinkchlorür und Sodalösung; das präcipitirte Grün ist ein **Zinklack.**

2) **Jodgrün, Jodmethylgrün, Hofmann's Grün, Anilingrün**; sein Name rührt

---

*) **Coupier's Blau** wird aus den Rückständen bei der Fabrication von Anilinblau erhalten; es hat in der Wollfärberei eine grosse Verbreitung gefunden und soll hier den Indigo ersetzen.

von seiner Darstellung aus Hofmann's Violett, aus Triaethyl- oder Trimethylrosanilin und Jodmethyl her. Es stellt eine Verbindung von Trimethylrosanilin mit 2 Molecülen Jodmethyl dar, so dass **Jodgrün** als Methylviolett plus 2 Molecüle Jodmethyl zu betrachten ist.

Darstellung. Man erhitzt eine alkoholische Lösung von Violett mit Jodäthyl und setzt dann wässriges Natriumhydrat hinzu. Nach dem Auswaschen der ätzenden Alkalien und des Jodnatriums wird der gesammelte Rückstand nochmals mit viel Wasser ausgekocht und die filtrirte Lösung mit Pikrinsäure versetzt; es bildet sich **pikrinsaures Grün.**

Dieses Verfahren hat in neuerer Zeit einige Modificationen erfahren; immerhin sind aber die letzten Waschwässer wegen ihres Gehaltes an Pikrinsäure zu beachten, während aus dem ersten Waschwasser das Jodnatrium durch Kupfer- und Eisenvitriol wieder zu gewinnen ist.

Nach dem Verfahren von *A. W. Hofmann* wird ein Gemisch von essigsaurem Rosanilin, Jodmethyl und Methylalkohol in einem Digestor im Wasserbade erhitzt. Dadurch werden die Farbstoffe im Methylalkohol gelöst, während die flüchtigen Producte, essigsaurer Methyläther und freier Methyläther, beim Oeffnen des Gefässes und bei fortgesetzter Erwärmung ausgetrieben werden.

Es ist absolut erforderlich, dass diese Aetherdämpfe abgeleitet werden, da ihre Condensation nicht möglich ist; bei Verbreitung im Fabriklocale bedingen sie nicht bloss eine grosse Feuersgefahr, sondern bedrohen auch die Gesundheit der Arbeiter [9])

Der breiförmige Rückstand im Digestor wird in siedendes Wasser gegossen; das noch nicht im Grün übergegangene Violett bleibt ungelöst und wird durch Kochsalz und etwas Soda ausgefällt.

Durch Auswaschen und Lösung in absolutem Alkohol erhält man **Jodgrün** als das **Dijodmethylat des Trimethylrosanilins** $C_{20}H_{16}(CH_3)_3N_3 . (CH_3J)_2 + H_2O$. Die wasserfreie Verbindung ist schwer rein zu erhalten.

Das pikrinsaure Salz wird durch Fällen der Jodverbindung mit einer wässrigen Lösung von Pikrinsäure erhalten. Der Niederschlag ist dunkelgrün, in Wasser fast unlöslich, in absolutem Alkohol schwer löslich; beim Auswaschen desselben sind die Waschwässer wegen ihres Pikrinsäuregehaltes wiederum zu beachten.

3) **Methylgrün.** Jodmethyl kann nach der Entdeckung von Baubigny durch Salpetersäure-Methyläther (Methylnitrat CH_3NO_3) ersetzt werden; lässt man diesen Aether auf Methylanilinviolett einwirken, so erhält man eine reiche Ausbeute an wasserlöslichem **Methylanilingrün.**

Hierbei wird nicht alles Violett in Grün verwandelt; um ersteres abzuscheiden, bedient man sich des Chlorzinks unter Zusatz von Natriumhydrat; das präcipitirte Zinkoxydhydrat bildet mit dem Violett einen unlöslichen Lack. Die filtrirte und eingedampfte Flüssigkeit liefert beim Erkalten goldgrüne Blättchen eines Doppelsalzes von Chlorzink und salzsaurem Methylgrün. Um Seide damit zu färben, bedarf man nur eines leichten Seifenbades, bei Baumwolle einer Beize von Tannin oder Albumin, bei Wolle eines Bades von unterschwefligsaurem Natrium, das man mit Schwefelsäure ansäuert; der sich auf die Faser niederschlagende Schwefel befähigt sie, die Farbe zu fixiren.

Bei der Fabrication ist für die sorgfältigste Ableitung der Dämpfe zu sorgen, da das Methylnitrat schon bei 150° sehr heftig explodirt. Dass übrigens bei Vorsicht ohne Gefahr mit diesem Körper manipulirt werden kann, beweist die Fabrik von *Poirrier* zu St. Denis, in der in den Jahren 1871—1873 bereits 20,000 Kilogrm. Methylnitrat ohne einen Unglücksfall verwendet worden sind. Bezüglich der Feuersgefahr sind die Vorsichtsmassregeln ebenso streng wie in Pulvermühlen oder Nitroglycerinfabriken durchzuführen, namentlich darf man niemals mit einem brennenden Lichte in das Fabriklocal treten und alle Feuerungen sind ausserhalb desselben zu verlegen.[10])

Gelbe Farbstoffe.

Wenn die harzigen Rückstände bei der Fuchsinbereitung (s. S. 629) einige Zeit lang einem Dampfstrome ausgesetzt werden, so wird **Chrysanilin** gelöst, welches sich vorzugsweise bei der Einwirkung der Arsensäure auf toluidinhaltiges Anilin bildet.

Setzt man der Lösung Salpetersäure hinzu, so schlägt sich das schwer lösliche salpetersaure Chrysanilin nieder. Durch Zusatz von Ammoniak zu dem in siedendem Wasser gelösten Salze erhält man **Chrysanilin** $C_{20}H_{17}N_3$ als ein gelbes Pulver, welches in Wasser unlöslich, in Alkohol und Aether leicht löslich ist und 2 Atome Wasserstoff weniger als Rosanilin enthält.

Diese Base bildet sehr charakteristische Salze mit 1 oder 2 Aequival. Säure; zu denselben gehört ausser dem salpetersauren auch noch das **zweifach salzsaure Salz**; letzteres heisst auch **Anilingelb, Anilinorange** oder **Phosphin**. Diese Salze färben Seide und Wolle ohne Beize schön goldgelb; sie krystallisiren in schönen rubinrothen Nadeln.

Bei der **Darstellung** sind in gesundheitlicher Beziehung die Laugen zu beachten, welche stark arsenikalisch sind: auch Chrysanilin ist selten arsenfrei. Als **Anilingelb** kommt auch das oxalsaure Salz einer Base im Handel vor, welche als ein krystallinischer gelber Niederschlag auftritt, wenn das Anilingelb des Handels in Salzsäure gelöst und die Lösung mit Ammoniak übersättigt wird.

Zinalin $C_{20}H_{19}N_2O_3$ entsteht nach *Max Vogel* durch Einwirken von salpetriger Säure auf gelöste Rosanilinsalze als eine rothe Masse, welche beim Zerreiben ein zinnoberrothes, in Wasser mit gelber Farbe lösliches Pulver liefert.

Bei der **Darstellung** ist die Explosivität des Products zu beachten; es färbt in alkoholischer, mit etwas Ammoniak versetzter Lösung Seide und Wolle in schönen orangefarbigen Nüancen; mit Indigocarmin färbt es grün.

Braune Farbstoffe.

Man stellt das Braun aus Rosanilin oder aus den Rückständen der Fuchsinbereitung durch reducirende Mittel oder durch Einwirkung eines Anilinsalzes auf Fuchsin in höherer Temperatur dar.

Beim Gebrauche der Fuchsinmutterlauge können die Farben leicht arsenhaltig sein und ist daher in dieser Beziehung auch das Braun zu beachten. So stellt man namentlich **Leukanilin** durch Kochen der Fuchsinmutterlaugen mit Zinkpulver dar; das Leukanilin schlägt sich auf das Zink nieder und wird vom Alkohol aufgenommen; es wird mit Schwefelkupfer gemengt und zum Braundrucken benutzt. Die Bildung von Leukanilin ist überhaupt der Ausgangspunct für die Darstellung verschiedener Präparate dieser Farbstoffe.

Phenylenbraun wird dargestellt, indem man die neutrale Lösung von **salzsaurem Diamidobenzol** allmählig mit der neutralen Lösung eines salpetrigsauren Salzes versetzt: es bildet sich eine dunkelrothe krystallinische Masse, welche nach der Behandlung mit Salzsäure und Ammoniak eine braune krystallinische Masse liefert. Diese besteht aus drei verschiedenen Basen, von denen die in Wasser lösliche **Triazoamidobenzol** ist; sie bildet mit Salzsäure ein zweisäuriges Salz und schlägt sich als rothbrauner krystallinischer Körper nieder (s. Diamidobenzol S. 623).

E. Kopp und *Rob. Gnehm* haben durch Einwirkung von Salpetersäure auf Diphenylamin **Hexanitrodiphenylamin** $(C_6H_2(NO_2)_3)_2NH$ dargestellt, eine Base, die sehr schön krystallisirte, in Wasser, Ammoniak- und Barytlösung lösliche Salze bildet; diese färben Wolle und Seide in prachtvollen, dichromatischen, rothbraunen Nüancen. Die Darstellung ist aber für die Arbeiter sehr gefährlich, weil die Manipulation mit diesem Product eine sehr ätzende, auf der Haut Blasen erzeugende Einwirkung zur Folge hat.

Auch unter den Namen: **Marron** und **Siena** kommen im Handel aus Anilin abgeleitete braune Farbstoffe vor.

Schwarze Farbstoffe.

Das **Anilinschwarz** entsteht durch langsame Oxydation von Anilin und wird vorzugsweise zum Drucken der baumwollenen Zeuge benutzt. Die wichtigsten Materialien dazu sind: salzsaures Anilin, Kupfersalze oder Ferricyanammonium nebst einer organischen Säure. Da die Zeuge später durch ein Bad von Kaliumbichromat gezogen werden, so sind hauptsächlich die Waschwässer hierbei zu beachten. Die Seide wird vorher mit Schwefelsäure oder Kaliumbichromat gebeizt und dann in einer Lösung von oxalsaurem Anilin gefärbt.

Zur Darstellung von Anilinschwarz als Massenfarbe werden nach *Coupier* Anilin, Nitrobenzol, Salzsäure, Eisenfeile, gepulvertes Kupfer auf 160—200° erhitzt; die

erhaltenen Farbstoffe löst man in Schwefelsäure. Die hiermit gefärbten Garne oder Zeuge werden durch ein Bad von unterschwefligsaurem Natrium gezogen.

Ein **Anilinschwarz** des Handels besteht aus essigsaurem Kupfer und salzsaurem Anilin; wird überhaupt salzsaures Anilin mit Kupferchlorid und chlorsaurem Kalium versetzt, so entsteht zunächst ein grüner Niederschlag, welcher an der Luft durch höhere Oxydation schwarz wird. Es scheint übrigens der Zusatz von Kupfersalzen zur Erzeugung von Schwarz nicht unbedingt nöthig zu sein.

Graue Farbstoffe.

Anilingrau hat man durch Reduction von Mauveïn mittels Aldehyds dargestellt.

Bei allen Versuchen, eine solche Farbe darzustellen, spielt Aldehyd als Reductionsmittel eine Rolle. Eine allgemeine Verbreitung hat bis jetzt Anilingrau noch nicht gefunden.

Einwirkung der Anilinfarben auf den thierischen Organismus. Die reinen Basen, Rosanilin, Leukanilin, Chrysanilin, sowie das Trimethylrosanilin und Triaethylrosanilin, wirken als solche nicht giftig, wofür zahlreiche eigene und fremde Erfahrungen sprechen. Färbungen der Mundschleimhaut und der abgehenden Excremente sind die einzigen objectiven Erscheinungen bei den beiden letztern; auch die mono- und disubstituirten Rosaniline, wie Methyl- und Dimethylrosanilin, verhalten sich indifferent.

Triphenylrosanilin ist nur bei längerm Fortgebrauche nicht ohne schädliche Wirkung; Einzelgaben von 0,15—0,20 Grm. schaden selbst kleinern Thieren nichts; sind aber die Basen nicht gehörig ausgewaschen und mehr oder weniger mit den zu ihrer Darstellung benutzten Metallen oder Oxydationsmitteln verunreinigt, so können die betreffenden Vergiftungen nicht ausbleiben. Selbst der Staub, welcher sich beim Verpacken solcher Farben bildet, wird bei den damit beschäftigten Arbeitern Krankheiten erzeugen können.

Es ist eine häufig gemachte Erfahrung, dass mit Fuchsin gefärbte Flanelljacken Erythem und Ekzem auf der Haut erzeugen, wenn das benutzte Fuchsin arsenhaltig war. Bei dem vielfältigen Gebrauche der in den Anilinfarbenfabriken abfallenden arsenikalischen Verbindungen zum Beizen oder Aviviren können gewisse Quantitäten Arsen niedergeschlagen werden, welche auf den Zeugen haften bleiben.[11]) Es ist durch hinreichende Beispiele nachgewiesen worden, dass man selbst Bonbons und Drops mit solchen arsenikalischen Abfällen gefärbt hat. Die damit gefärbten Phosphorzündhölzchen, Papiere u. s. w. lassen schon beim Verbrennen den Arsengehalt durch knoblauchartigen Geruch erkennen.

Der Gebrauch von Anilinfarben zum Färben von Liqueuren, Conditorwaaren und ähnlichen Genussmitteln sollte gänzlich verboten werden, da man bezüglich der Reinheit derselben nie ganz sicher sein kann. Die Rosanilinsalze können, abgesehen von der arsenikalischen Verbindung, auch durch ihren Gehalt an Pikrinsäure, Oxalsäure u. s. w. schädliche Wirkungen äussern.

Freies Anilin können die Anilinfarben enthalten, wenn sie in Teigform (en pâte) oder in alkoholischer Lösung im Handel vorkommen; solche, welche in trocknem und krystallinischem Zustande verkauft werden, sind frei von ungebundenem Anilin.

Die Gesundheits-Verhältnisse der Arbeiter in Anilinfabriken im Allgemeinen.

Die richtige Würdigung und Beurtheilung der in solchen Fabriken auftretenden Krankheiten stösst in mancher Beziehung auf grosse Schwierigkeiten;

als Anhaltspunct dient zunächst in jedem concreten Falle die Beantwortung folgender Fragen:

1) Erzeugen die betreffenden Fabriken nur Anilin? Verwenden sie dazu von andern Fabriken bezogenes Nitrobenzol? Oder stellen sie letzteres selbst dar? Nach welcher Methode wird die Nitrirung des Benzols und die Reduction des Nitrobenzols vorgenommen?

2) Hat man es nur mit Anilinfarbenfabriken zu thun, welche das fertige Anilin beziehen und aus diesem die Farben darstellen? Welche Farben werden vorzugsweise dargestellt? Welche Methoden kommen dabei zur Anwendung?

Ist man hierüber zur Gewissheit gelangt, so kann man erst der Beurtheilung der vorhandenen Verhältnisse näher treten; aber auch diese können sich wiederum so vielseitig gestalten, dass es der sorgfältigsten Prüfung bedarf, um in einem concreten Falle die Ursache der etwaigen Gesundheits-Schädigung aufzufinden. Ueberblickt man nur die Mannigfaltigkeit der verschiedenen Farben, so erhellt hinreichend, wie gross und vielseitig das Gebiet der chemischen Thätigkeit hierbei ist.

In den Anilinfarbenfabriken ist die Anwendung der Arsensäure bei der Fuchsinbereitung bisher fast allgemein gewesen; hier ist es nicht bloss der arsenikalische Staub, sondern auch der arsenikalische Dampf, welcher sich während des Oxydationsprocesses durch Arsensäure bildet und bei Vernachlässigung der erforderlichen Vorsichtsmassregeln höchst nachtheilig auf die Fabrikarbeiter einwirkt. Wo die Rohschmelze noch pulverisirt wird, ist diese Gefahr, wie aus dem früher Erörterten hervorgeht, am grössten; vesiculöse, pustulöse Hautausschläge, Furunkeln oder runde, abgegränzte, mit callösen Rändern versehene Geschwüre an den Extremitäten, am Scrotum u. s. w. entstehen durch den directen Contact der Haut mit Arsen.

In Frankreich hat namentlich Charvet[12]) auch vielfache gastrische Störungen, Uebelkeit, Cardialgie, Kolik, Verstopfung und Diarrhoe beobachtet, Erscheinungen, die jedenfalls auf die Ingestion von Arsen hinweisen. Dagegen dürften Störungen der Motilität und Sensibilität, die bisweilen in den spätern Perioden dieser Krankheiten auftreten, mehr der Einwirkung der Anilindämpfe zuzuschreiben sein, obgleich nur die sorgfältigste Beurtheilung des concreten Falles einen bestimmtern Aufschluss hierüber geben kann. Im Allgemeinen haben die Arbeiter kein gesundes Aussehen, die Gesichtsfarbe ist meist gelblich-grau, das Auge matt und das Gefühl der vollen Kraft fehlt. Die Lungen leiden nicht, findet man aber Abnormitäten der Herzthätigkeit, die entweder schon früher bestanden haben oder während der Arbeit entstanden sind, so sollte man diese Patienten sofort entlassen, da sich solche Krankheitszustände unter den Einflüssen der Anilinfabriken gewiss verschlimmern. Intensive Schädigungen der Gesundheit wird man selten entdecken, wenn es sich nicht um metallische Vergiftungen handelt; trotzdem ist den rosigen Schilderungen über die Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in Fabriken, die kein Arsen oder Quecksilber gebrauchen, nicht beizutreten; Anilin bleibt ein höchst differenter Körper, der auch durch seine Dämpfe zwar langsam, aber mit Sicherheit nachtheilig einwirkt, wenn das Verweilen unter den schädlichen Verhältnissen nicht zeitweilig unterbrochen wird.

Nun treten aber noch die verschiedenen andern verderblichen Momente hinzu; so sind die Zersetzungsproducte z. B. des salzsauren Anilins, wie Chlor

und Salzsäure, die anderweitig auftretenden schwefligsauren, salzsauren, salpetrig- und salpetersauren Dämpfe, ferner die flüchtigen Kohlenwasserstoffe, Jod- und Bromwasserstoff, die Dämpfe von Aethyl- und Methyljodid, von verschiedenen Aetherarten, Methylnitrat u. s. w. in sanitärer Beziehung von grosser Bedeutung. Dazu können mehrere Substanzen gleichzeitig einwirken, so dass häufig ein sehr complicirtes Krankheitsbild entstehen muss. Alle alkoholischen und ätherischen Dämpfe begünstigen die Aufnahme der Anilindämpfe; man hat daher längst schon die Beobachtung gemacht, dass Branntweintrinken auf alle Arbeiter ausnehmend schädlich einwirkt.

In Fabriken, wo Quecksilberchlorid noch zur Anwendung kommt, sind die Quecksilberdämpfe und die Manipulationen mit dem restirenden metallischen Quecksilber häufig als Krankheitsursachen zu betrachten. Es gibt übrigens fast kein wichtiges Metall und kein wichtiges Salz, das man nicht schon in den Bereich der Theerfarbenfabrication hineingezogen hat, so dass auch dieser Umstand den hinreichenden Beweis liefert, welche Menge von schädlichen Einflüssen sich hier vereinigt und wie leicht eine unvorsichtige Handhabung der zur Fabrication nothwendigen Körper von nachtheiligen Folgen begleitet ist.[13])

Es sind daher in Anilinfarbenfabriken die verschiedensten, namentlich die bei den Metallen noch zu erörternden Präventivmassregeln zu treffen, die hier zur Vermeidung von Wiederholungen nicht speciell hervorgehoben werden können. Auch der Staub beim Zerkleinern der verschiedenen Schmelzen muss hier nochmals nachdrücklich hervorgehoben werden, um die Aufgabe, welche dort der öffentlichen Gesundheitspflege anheimfällt, in ihrer grossen Wichtigkeit darzustellen und zur weitern Erforschung dieses bedeutsamen Gebietes anzuregen.

Die wichtigste Präventivmassregel in Anilinfarbenfabriken besteht immer in der Condensation oder unschädlichen Ableitung aller gesundheitsschädlichen Gase und Dämpfe aus dem Fabriklocale; wo dies im vollen Sinne des Wortes nicht möglich ist, muss die luftige und freie Einrichtung des Fabriklocals mit hinreichender Ventilation als Correctiv eintreten. Die „unschädliche" Ableitung bezieht sich auf die nächste Umgebung der Fabrik, ebenso mit Rücksicht auf die Menschen wie auf die Vegetation, denn Arsen- und Quecksilberdämpfe dürfen auch nicht ohne Weiteres durch den Schornstein abgelassen werden. Ist diese nicht ganz zu umgehen, so muss diesem Umstande wenigstens beim Reinigen des Schornsteins Rechnung getragen werden. Der widerlich süsse Geruch, den alle Anilinfarbenfabriken verbreiten, ist für die Anwohner sehr belästigend, aber nicht zu vermeiden; die betreffenden Fabriken sollten daher schon aus dieser Ursache nicht innerhalb der Städte, Ortschaften u. s. w. zugelassen werden.

In gut organisirten Fabriken ist für die Beobachtung der Reinlichkeit durch Badeeinrichtungen gesorgt, welche hier ebenso nothwendig wie in Bleiweissfabriken sind. Besondere Räume zum Einnehmen der Mahlzeiten sind unter allen Umständen erforderlich; immer nothwendiger wird die Einrichtung einer Menage für die Arbeiter, um ihnen für einen entsprechenden Preis bessere Kost zu verschaffen und dadurch ihre Widerstandsfähigkeit gegen vielerlei schädliche Einflüsse zu heben. Ebenso wichtig ist ein Wechsel der Kleidung, welcher in besondern, von der Fabrik getrennten Räumen vorzunehmen ist; eine solche Einrichtung erfordert zwar einigen Geldaufwand, bedenkt man aber, wie sehr die Kleidungsstücke von den verschiedenen Gerüchen imprägnirt sind und auch auf die Familie eine Rückwirkung äussern, so sollte man wenigstens für einen gewissen Theil

der Arbeiter diesen Wechsel einführen; gleichzeitig wird auch der Sinn für Reinlichkeit dadurch gestärkt. [14])

Ein Wechsel der Arbeit kann manchen Krankheiten vorbeugen und würde es namentlich erforderlich sein, die Beschäftigung an den Digestoren und Kesseln, wobei sich die anilinhaltigen Dämpfe besonders bemerkbar machen, zeitweilig mit andern Arbeiten zu vertauschen.

Xylol.

Xylol, Dimethylbenzol $C_6H_4(CH_3)_2 = C_8H_{10}$ kommt ebenfalls im Steinkohlentheer vor. Die Xylole sind ölartig fliessende, farblose Flüssigkeiten, sieden bei c. 140° und treten gemeinschaftlich mit Benzol und Toluol auf. Es sind drei isomere Dimethylbenzole bekannt.

Einwirkung von gewöhnlichem Xylol (Dimethylbenzol) auf den thierischen Organismus. Ein ausgewachsenes Kaninchen sass im grossen Glaskasten, in welchem 15 Grm. Xylol auf heissem Sande verdampften. Unter grosser Unruhe, Schreien und beschleunigter Respiration fällt es nach 8 Minuten unter rotirenden Bewegungen der Beine auf die Seite. Nach 15 Minuten Herausnahme des Thiers in vollständiger Anästhesie. Erst nach 50 M. zeigen sich einige Zuckungen am Thorax, nachdem es bis dahin auf keinen Reiz reagirt hatte: in eine sitzende Stellung gebracht, fällt es auf die Seite. Nach einer Stunde schwache Gehversuche unter starkem Schwanken: Temperatur im äussern Gehörgange 35° C. Nach 90 M. deutliche Reflexerregbarkeit am Auge. Am folgenden Tage fällt es beim Gehen oft auf die Seite: am dritten Tage stirbt es in einem tetanischen Anfalle.

Section 6 Stunden nachher. Hirnhäute nur an der Basis cerebr. blutreich; die Plex. venos. mit geronnenem Blute angefüllt. Lungen dunkelbraun marmorirt: die beiden untern Lappen sind braunschwarz und mit Blut durchtränkt; an ihrer Oberfläche findet sich unter dem Brustfell eine dünne Lage schwarzen, geronnenen Blutes: an der Bifurcation ein ganz dünnes, flüssiges Blutextravasat. Die rechte Herzhälfte strotzt von schwarzem, geronnenem Blute. auf dem Musc. iliac. lagert rechts und links schwarzes, geronnenes Blut im Umfange eines Thalers. Der Tod war offenbar in Folge von Lungenapoplexie erfolgt.

Xylidin $C_6H_3(CH_3)_2NH_2$ ist der gemeinschaftliche Name für eine Menge **isomerer Amidoxylole**, die bisher noch nicht getrennt sind, und entsteht durch Reductionsmittel aus Nitroxylol. Es stellt eine ölige, bei 216° siedende Flüssigkeit dar, welche an der Luft Sauerstoff aufnimmt, dadurch braunroth wird und verharzt. Es theilt mit Anilin die meisten chemischen Eigenschaften: auch auf den thierischen Organismus wirkt es in ähnlicher Weise ein; nur fehlen beim Xylidin die allgemeinen Krämpfe.

Einwirkung von Xylidin auf den thierischen Organismus. 1) Eine Taube erhielt 0,50 Grm. davon: starkes Schwanken und Hinstürzen nach 5 M. Sie bleibt in der Seitenlage wie in ruhigem Schlafe; beschleunigter Herzschlag bei etwas erschwertem Athmen und verengter Pupille. Dieser Zustand hält 2½ Stunden an; die Taube ist reactionslos, die Pupille erweitert, die Respiration vermehrt: nach 4 Stunden unregelmässiges Athmen, das immer mehr abnimmt, bis nach 5 Stunden 5 M. der Tod eintritt.

Section 15 Stunden hernach. Auf dem Kleinhirn ein flüssiges Blutextravasat von 1 Ctm. Breite. Lungen hellroth, auf den Durchschnitten flüssiges Blut; das ganze Herz ist mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt Leber auffallend blutreich.

2) Ein starkes Kaninchen erhielt im Verlaufe einer Stunde 2 Grm. und, da nach 6 Stunden keine Wirkung eintrat, 2,9 Grm.: erst jetzt sinkt es allmählig in die Seitenlage. Bei Gehversuchen schleppt es die Hinterbeine nach, fällt aber in die Seitenlage zurück und bleibt schliesslich liegen. Nach 3 Stunden Zittern der Beine und des ganzen Körpers; nach 6 Stunden sehr beschleunigte Respiration und nach 16 Stunden Tod unter tiefen Inspirationen.

Section nach 20 Stunden. Ueber den Corp. quadrig. ein erbsengrosses Blutextravasat. Lungen blassroth, der rechte mittlere Lappen blutig infiltrirt, das Herz ganz mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt.

3) Sehr dichte Dämpfe von Xylidin erzeugten bei einer Taube nur starken Taumel.*)

---

*) Schwefelsaures Xylidin $C_6H_3(CH_3)_2NH_2 + SO_3H$ wirkt ähnlich. Eine starke Taube starb nach der Ingestion von 0,665 Grm. binnen 12 Stunden und zwar ebenfalls ohne Krämpfe. Eine junge Taube erlag während derselben Zeit einer Gabe

Oxydationsproducte der Xylole.

Bei der Behandlung der Xylole mit Oxydationsmitteln wird das Methyl in **Carboxyl** (COOH) oxydirt. Je nach der Intensität der Oxydation bildet sich entweder **Toluylsäure** $C_6H_4 \left\langle {CH_3 \atop COOH} \right.$ oder **Phtalsäure** $C_6H_4 \left\langle {COOH \atop COOH} \right.$. Man unterscheidet drei somere Toluylsäuren, welche der Benzoësäure ähnlich krystalliren und sich durch den Schmelzpunct vorzugsweise unterscheiden. Ebenso sind drei isomere Phtalsäuren bekannt. Die eigentliche **Phtalsäure** $C_8H_6O_4$ wird aus dem Naphtalin mittels Oxydation durch Chlor gewonnen und heisst deshalb auch wohl Naphtalinsäure. Ihr Entdecker, *Laurent*, hatte aber schon nachgewiesen, dass sie dem Typus der Naphtalinreihe nicht mehr angehörte, weshalb er durch Weglassung der beiden ersten Buchstaben die Minderheit an Kohlenstoff bezeichnen wollte. Bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Alizarin und Purpurin, die beiden Krappfarbstoffe, entsteht sie ebenfalls. (M. vergl. die Darstellung im Grossen bei Naphtalin.)

Einwirkung von wasserfreier Phtalsäure auf den thierischen Organismus. Eine Taube, welche im kleinen Zinkkasten den Dämpfen der erhitzten wasserfreien Phtalsäure ausgesetzt wurde, verfiel in einen starken Husten mit Dyspnoë. Nach der Herausnahme (nach 15 M.) hielten Rasselgeräusche in der Kehle und beschwerliches Athmen die Hälfte des Tages noch an. Am andern Tage ist die Athmung normal.

Beim Menschen erzeugen die Dämpfe der Phtalsäure ein stechendes Gefühl in der Nase, vermehrte Schleimabsonderung und reizen stark zum Husten; ihre Wirkung ist in dieser Beziehung sehr ähnlich den Dämpfen der Benzoë- und Bernsteinsäure.

Cumol.

Cumol oder **Propylbenzol** $C_6H_5(C_3H_7)$ wird aus der Cuminsäure dargestellt. **Pseudocumol** ist ein im Steinkohlentheer vorkommendes **Trimethylbenzol** $C_6H_3(CH_3)_3$.

Einwirkung von Pseudocumol auf den thierischen Organismus. Im kleinen Holzkasten, in dem ein junges Kätzchen sitzt, verdampfen 30 Grm. Pseudocumol auf heissem Sande in einer Schale. Bald zeigen sich Speicheln, Unruhe, Zittern, Taumel und öfteres Hinfallen; dann Seitenlage mit rotirenden Bewegungen der Extremitäten. Nach 11 M. vollständige Anästhesie. Bei der Herausnahme des Kätzchens nach 30 M. war die Temperatur auf 35° C. gesunken; zeitweilig wiederholen sich die rotirenden Bewegungen der Extremitäten. Nach 15 M. stürzt es bei Gehversuchen auf den Kopf und macht einen förmlichen Purzelbaum; erst 30 M. nachher bleibt es aufrecht sitzen. Nach drei Stunden nimmt es wieder Futter zu sich und bleibt dann gesund.

Die Wirkung ist somit ähnlich der von Xylol, jedoch weniger intensiv und gefährlich, obgleich die Anästhesie eben so vollständig wie bei Xylol war.

Cumidin, Amidocumol $C_6H_2(CH_3)_3NH_2 = C_9H_{11}NH_2$ wird aus dem Nitrocumol $C_9H_{11}(NO_2)$ in derselben Weise wie Anilin aus dem Nitrobenzol dargestellt. Die gewonnene Base wird in das oxalsaure Salz übergeführt und mit Kalilauge zerlegt. Es ist eine ölartige, farblose Flüssigkeit, welche in der Kälte zu Tafeln erstarrt und an der Luft allmählig dunkelroth wird.

Einwirkung von Cumidin auf den thierischen Organismus. Einer ausgewachsenen Taube wurden 0,36 Grm. Cumidin eingeflösst; sie schwankt sofort, stürzt auf den Kopf und bleibt in der Seitenlage wie im Schlafe liegen, während der Herzschlag sich bei erschwertem Athmen beschleunigt. Nach 25 M. vollständige Anästhesie, nach 50 M. Abnahme der Respiration bis zum Tode nach 60 M. Noch 1½ M. lang bewegt sich das Herz. Section nach 1 Stunde. Seitlich vom Sinus longitud. der Dura mater zeigt sich ein dünnes, 1 Ctm. breites Extravasat von dünnflüssigem Blute; unter der Schleimhaut des Kropfes ein thalergrosses, ganz dünnes Blutextravasat. Lungen hellroth, ziemlich blutreich; das Herz strotzt von schwarzem, geronnenem Blute.

Die Uebereinstimmung des Krankheitsbildes mit dem von Xylidin geht aus dem Versuche hinreichend hervor.

---

von 0,33 Grm. Dagegen wurden einem mittelgrossen Kaninchen binnen zwei Tagen 1,5 Grm. ohne Nachtheil eingeflösst.

Aethylxylidin entspricht vollständig dem Aethyltoluidin. Eine starke Taube starb nach 0,48 Grm. binnen 22 Stunden in soporösem Zustande. Ein mittelgrosses Kaninchen erhielt binnen zwei Tagen 4,7 Grm. und starb am dritten Tage ebenfalls in Sopor.

Cymol.

Cymole sind für die Industrie der Theerfarben ebenso wenig wie Cumol von Bedeutung. Das Cymol, welches im Steinkohlentheer enthalten ist, gehört zu den **Tetramethylbenzolen** $C_6H_2(CH_3)_4$. In seiner **Wirkung auf den thierischen Organismus** verhält es sich wie Cumol. Seine Dämpfe erzeugten, als 15 Grm. davon im grossen Glaskasten verdampften, bei einem jungen Kätzchen nach 30 M. eine ziemlich vollständige Anästhesie, der grosse Unruhe, Zittern, Zuckungen und rotirende Bewegungen der Extremitäten vorhergingen; letztere hielten auch an der frischen Luft an; Taumel und Hinstürzen zeigten sich noch 20 M. hernach. – Am andern Morgen ist die Restitution vollständig. *)

Cymidin, Amidocymol $C_6H(CH_3)_4NH_2$ wird durch Reduction aus Nitrocymol als ein gelbliches, fast geruchloses Oel erhalten.

Einwirkung von Cymidin auf den thierischen Organismus. Einer Taube wurden 0,40 Grm. eingeflösst. Nach 10 Minuten schwankt sie; nach 15 M. nimmt sie unter starkem Würgen die Bauchlage ein. Nach 30 M. liegt sie auf der Seite wie im tiefen Schlafe, der nur bisweilen durch Würgen, Erbrechen und tiefes Inspiriren unterbrochen wird. Nach 4 Stunden tritt der Tod nach mehrstündiger Agone ein.

Section 5 Stunden nachher. Das Kleinhirn ist mit einem sehr dünnen, flüssigen Blutextravasat überzogen; Lungen hellroth und dunkelbraun marmorirt, auf den Durchschnitten viel flüssiges, dunkelrothes Blut. Das ganze Herz mit flüssigem, schwarzrothem Blute angefüllt, das sich kaum bemerkbar an der Luft röthet.

Auch aus diesem Versuche erhellt, wie sehr die verschiedenen Amidoderivate der aromatischen Kohlenwasserstoffe in ihrer Wirkung auf den thierischen Organismus übereinstimmen.

Naphtalin.

Naphtalin $C_{10}H_8$ wird bei der Rectification des Steinkohlentheers gewonnen (siehe S. 604) und ist überhaupt ein häufig auftretendes Product der trocknen Destillation organischer Körper, wenn dieselbe bei sehr hoher Temperatur stattfindet. Auch bildet es sich bei der Zersetzung des Leuchtgases in hoher Temperatur, des Alkohols und der Essigsäure in glühenden Röhren. Es stellt im gereinigten Zustande farblose, fettglänzende Blättchen dar, die nach Styrax riechen, scharf aromatisch schmecken und bei 218° sieden. Mit Schwefelsäure bildet es bei niederer Temperatur α **Naphtalinsulfosäure** $C_{10}H_7SO_3H$, bei höherer β **Naphtalinsulfosäure**, die verschiedene Eingenschaften besitzen.

Einwirkung der Dämpfe von Naphtalin auf den thierischen Organismus. Ein junges Kaninchen wurde in den grossen Glaskasten gebracht, in welchem 4 Grm. chemisch reines Naphtalin verdampften. Sogleich zeigte sich Putzen der Schnauze, Ausfluss von Speichel und Thränen der Augen; diese Erscheinungen verloren sich allmählig bei ungestörter Fresslust. Das Thier blieb 3 Tage in dem Kasten, in dessen Mitte sich eine 1 Zoll weite schlotähnliche Oeffnung befand; in's Freie gelassen, bleibt es gesund und zeigt gar keine Nachkrankheiten.

Bei den Arbeitern erzeugen die Dämpfe bisweilen Augenentzündungen, namentlich Conjunctivitis, neben Husten und drückendem Kopfschmerz in der Stirngegend; alle Erscheinungen lassen jedoch in der Regel nach, wenn man sich den Dämpfen entzieht. Bei der Destillation resp. Rectification der Pressrückstände sind die Arbeiter oft tagelang diesen Dämpfen ausgesetzt, so dass sich das sublimirte Naphtalin in den Augenbrauen, im Barte und auf dem ganzen

*) **Thymol** $C_{10}H_{14}O$, ein Bestandtheil des Thymianöls, ist das Phenol des α Cymols und hier zu erwähnen, weil man sich bemüht hat, dasselbe in grössern Mengen aus dem Theer zu gewinnen und als Desinfectionsmittel practisch zu verwerthen.

Gesicht ablagert, ohne dass ein sichtbarer Nachtheil dadurch entsteht. Nur bei einzelnen Arbeitern halten Kopfschmerzen und ein Gefühl von Betäubung längere Zeit an.

Dann namentlich treten diese Nachtheile ein, wenn das Naphtalin mit Alkalien und Säuren behandelt wird, weil sich hier flüchtige Basen, vorzüglich Picolin, mit entwickeln. Bei der Destillation kann man die Naphtalindämpfe ganz gut vermeiden, wenn man sie durch kalte Röhren leitet, wobei das Naphtalin als Sublimat abgeschieden wird.

Naphtalin ist zwar bei jeder Temperatur flüchtig; die reizende Einwirkung der Dämpfe macht sich aber erst bei höherer Temperatur geltend; deshalb fiel auch das Experiment mit dem Kaninchen negativ aus.

Durch die therapeutische Benutzung des Naphtalins wird der Beweis geliefert, dass Naphtalin in einer Gabe von 4 Grm. ohne alle nachtheilige Wirkung genommen werden kann; am ehesten werden Verdauung und Appetit dadurch gestört. Tauben, denen Gaben von 0,5 Grm. davon eingeflösst werden, bekommen nur Erbrechen, ohne dass Nachkrankheiten entstehen.

Bei der **Darstellung von Naphtalin im Grossen** werden die schweren Theeröle benutzt, die so reich an Naphtalin sind, dass sie beim Erkalten erstarren.

Man entfernt das Oel durch Centrifugen und hydraulische Pressen. Die Presskuchen werden durch circulirenden Wasserdampf geschmolzen und mit Natronlauge und Schwefelsäure behandelt. Nach gründlichem Auswaschen und mehrmaliger Behandlung mit Natronlauge folgt die Destillation über freiem Feuer, wobei die Condensatoren (tonnenartige Gefässe) die Temperatur des geschmolzenen Naphtalins haben müssen. Die hier austretenden Dämpfe leitet man in kaltgehaltene Röhren, damit sich Naphtalin ausscheidet.

Bei der Behandlung mit Natronlauge treten noch Theerbasen und beim Zusatze der Schwefelsäure schweflige Säure auf, weshalb man geschlossene Gefässe benutzen muss; ebenso hat man bei der letzten Behandlung mit Natronlauge für die Ableitung der hier noch auftretenden leichten Kohlenwasserstoffe zu sorgen.

Rectification des rohen Naphtalins. Dieselbe geschieht in derselben Weise durch Behandeln mit Lauge und Schwefelsäure mit nachfolgender Destillation.

Sie bildet bisweilen einen besondern Industriezweig und bedarf dann einer besondern Concessions-Verleihung. Die Fabrication ist wegen der vielfachen Emanationen und der grossen Feuersgefahr in Städten nicht zu dulden. Man hat besonders darauf zu achten, dass das Rohproduct in einem besondern Raume und niemals im Destillationsraume lagert und dass ferner für die Condensation der Dämpfe die betreffenden Einrichtungen vorhanden sind. Die Methode, das Naphtalin in siedendem Benzol aufzulösen und dadurch zu reinigen, ist noch viel feuergefährlicher, da das Benzol noch lange dem krystallinischen Naphtalin anhaftet, allmählig verdunstet und die Lagerräume mit seinen Dämpfen so anfüllt, dass sie niemals mit einem brennenden Lichte betreten werden dürfen.

Die **Verwendung** von Naphtalin in der Technik hat bis jetzt nur eine beschränkte Ausdehnung erlangt; man stellt rothe, violette und namentlich gelbe Farben aus demselben dar. Naphtalin als solches wird besonders in England als Schmierfett benutzt, kann aber auch wie Kampher zum Schutz der Kleider und Pelze vor Mottenfrass gebraucht werden.

Chlorderivate des Naphtalins.

Chlor und Brom können den Wasserstoff im Naphtalin verdrängen und seine Stelle einnehmen. **Naphtalindichlorid** $C_{10}H_8Cl_2$ und **Dichlornaphtalin** $C_{10}H_6Cl_2$ gehören zu diesen Verbindungen; das letzte Product der Einwirkung von Chlor auf Naphtalin ist **Tetrachlornaphtalin** $C_{10}H_4Cl_4$. Es übt keine giftigen Wirkungen auf den thierischen Organismus aus; seine Dämpfe reizen die Schleimhaut der Nase, der Augen und der Respirationswege zwar bedeutend, lassen aber keine Nachkrankheiten zurück. Eine Taube wurde in der Glasglocke 15 M. lang den Dämpfen ausgesetzt, die aus 2 Grm. entwickelt wurden: es zeigten sich nur starkes Blinzeln mit den Augen, flüssiger Nasenausfluss und Husten; herausgelassen, springt sie sofort herum und bleibt gesund.

Hydroxylderivate des Naphtalins.

Naphtol $C_{10}H_7(OH)$ entsteht beim Schmelzen der Naphtalinsulfosäuren mit Kaliumhydrat. Je nach der Anwendung der verschiedenen Naphtalinsulfosäuren erhält man

α und β Naphtole von verschiedenem Schmelzpuncte, die vollkommen den Phenolen entsprechen. Sie werden jetzt auch im Grossen dargestellt.

Dinitronaphtol $C_{10}H_6(NO_2)_2O$ ist hier zu erwähnen, weil es als Naphtalingelb (s. dieses) in der Färberei vielfache Verwendung findet.

Chinonderivate des Naphtalins.

Naphtochinon $C_{10}H_6O_2$ entspricht dem Chinon und stellt goldgelbe Nadeln dar. Bekannter ist **Dichlornaphtochinon** $C_{10}H_4Cl_2O_2$, das sich in heisser alkoholischer Kalilauge carmoisinroth auflöst und hierbei in **Chloroxynaphtalinsäure** $C_{10}H_4Cl(OH)O_2$, sowie in **Naphtazarin** $C_{10}H_4(OH)_2O_2$ übergeht, indem sich Chlor gegen Hydroxyl austauscht.

Die Darstellung von Chlornaphtalinsäure geschieht durch Behandeln des Naphtalins in der Kälte mit chlorsaurem Kalium und Salzsäure; der ausgepresste Rückstand wird mit Salpetersäure versetzt, wobei sich eine Menge Dämpfe von Untersalpetersäure entwickeln, die sorgfältig abzuleiten sind. Man erhält ein krystallinisches gelbes Pulver, das in heissem Wasser löslich ist und nicht gebeizte Wolle intensiv roth färbt. Auf den thierischen Organismus wirkt es nicht nachtheilig ein, da einem Kaninchen 1 CC. einer gesättigten Lösung ohne allen Nachtheil subcutan injicirt werden konnte.

Nitroderivate des Naphtalins.

Nitronaphtalin $C_{10}H_7(NO)_2$ stellt schwefelgelbe, bei 43° schmelzende Krystalle dar. Ausser Dinitronaphtalin und seinen zwei Isomeren gibt es noch Tri- und Tetranitronaphtalin $C_{10}H_4(NO_2)_4$, welche viel höhere Schmelzpuncte haben. Diese Nitroverbindungen werden zur Darstellung von Naphtylamin benutzt.

Nitronaphtalin erzeugte als Dampf bei einer jungen Taube Taumel und Neigung zum Rückwärtsfallen Nach 7 M. fällt sie rückwärts, richtet sich aber wieder auf, was sich mehrmals wiederholt; dabei pfeifendes und beschleunigtes Athmen. Bei der Herausnahme, nach 15 M., stürzt sie beim Gehen kopfüber, erholt sich aber nach 2 Stunden vollständig; nur ihre Stimme bleibt 8 Tage lang tiefer als sonst.

Einem Kaninchen wurde 1 Grm., einer Taube 0,5 Grm. Nitronaphtalin ohne Wirkung eingeflösst; nur erfolgte bei letzterer ein einmaliges Erbrechen. Di- und Trinitronaphtalin haben wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser noch schwächere Wirkung.

Reductionsproducte des Dinitronaphtalins.

Dioxynaphtachinon (Naphtazarin) $C_{10}H_4(OH_2)O_2$ ist dem Alizarin analog constituirt und wird dargestellt, indem man Portionen von Dinitronaphtalin abwechselnd mit kleinen Mengen Zink in erhitzte concentrirte Schwefelsäure einträgt. Der erhaltene Farbstoff färbt mit Aluminiumacetat gebeizte Baumwolle röthlich violett, hat aber noch wenig technische Verwendung gefunden. Cyankalium bildet mit Dinitronaphtalin ein Kaliumsalz von stark kupferglänzendem Aussehen.

Amidoderivate des Naphtalins.

Die **Amidonaphtaline** entstehen durch Reduction der **Nitronaphtaline**. Bei der Darstellung im Grossen verfährt man wie bei der Anilinfabrication; je nach der Anwendung der verschiedenen Nitronaphtaline erhält man **Amidonaphtalin (Naphtylamin)** $C_{10}H_7NH_2$, **Di- und Triamidonaphtalin** $C_{10}H_5(NH_2)_3$.

Amidonaphtalin krystallisirt in feinen weissen Nadeln, welche bei 50° schmelzen, bei 300° sieden; es riecht unangenehm und schmeckt scharf und bitter. Mit den meisten Säuren bildet es krystallisirbare, in Wasser lösliche Salze, welche mit Oxydationsmitteln einen azurblauen Niederschlag liefern, der sehr bald purpurfarbig wird.

Einwirkung von Naphtylamin auf den thierischen Organismus. 1) Die aus 1 Grm. erwärmten Naphtylamins entstehenden Dämpfe werden in den Zinkkasten geleitet, in dem eine grosse Taube sitzt. Es entstehen Unruhe, Husten, Nasswerden des Schnabels, angestrengtes und unregelmässiges Athmen; nach 7 M. mehrmaliges Erbrechen. Nach 15 M. herausgenommen, stürzt sie beim Fortlaufen kopfüber; die Betäubung lässt aber bald nach und bloss der Husten hält noch einige Zeit an.

2) Derselbe Versuch erzeugte bei einem grossen Meerschweinchen ganz dieselben Erscheinungen. Die Dämpfe sind schwer und lagern sich rasch ab, weshalb die Einwirkung jedesmal bei frischer Einleitung deutlich zu Tage tritt.

Ganz anders gestaltet sich das Bild bei der Ingestion dieses Körpers. Einer Taube wurde 0,5 Grm. Naphtylamin eingeflösst; nach 5 M. Erbrechen, Betäubung

und Hinfallen; sie erhebt sich schwankend, stürzt aber nach 7 M. ohne Krämpfe hin. Nach 10 M. liegt sie wie im tiefen Schlafe und verbleibt in demselben 11 Stunden; nur beim Aufheben öffnet sie die Augen und zieht beim Kneifen der Beine diese an. Nach 12 Stunden Abnahme der Respiration und des Herzschlags, die fortschreitend bei vollständiger Reactionslosigkeit erlahmen. Nach 13 Stunden erfolgt unter krampfhaften Inspirationen der Tod.

Section nach 20 Stunden. Einzelne Gefässe der Pia mater auf dem Kleinhirn auffallend erweitert, die Med. oblong. mit einem durchsichtigen Blutextravasat überzogen. Im Zellgewebe unter der Schleimhaut des Kropfes ein oberflächliches dunkles Blutextravasat. Lungen zusammengefallen, braunroth, nur einzelne geronnene Blutklümpchen treten auf den Durchschnitten zu Tage. Das ganze Herz ist vollständig mit geronnenem Blute angefüllt. Nur die Leber enthält dickflüssiges Blut.

Bei einem Kaninchen brachten 0,75 Grm. Amidonaphtalin nur einen Zustand von Betäubung hervor; selbst 2 Grm. am folgenden Tage hatten keine nachtheiligere Wirkung. Für grössere Warmblüter ist daher dieser Körper weniger giftig; nur bei Tauben wirkt er ähnlich wie Anilin.

Bei den Arbeitern vermag der widerliche Geruch der Dämpfe Uebelsein, Erbrechen und Anorexie zu erzeugen; die Erscheinungen lassen aber nach Beseitigung der Ursache bald nach; nur bei längerer Einwirkung der Dämpfe bleiben Kopfweh und Betäubung neben Reizung der Bronchien längere oder kürzere Zeit zurück.

Aethylnaphtylamin $C_{12}H_{13}N$ wird in Laboratorien in analoger Weise wie die entsprechende Anilin- und Toluidinverbindung dargestellt: eine ölartige Flüssigkeit, welche leichter als Wasser ist und sich rasch färbt; ihre Lösungen in Alkohol und Aether zeigen eine prächtige Fluorescenz.

Die Einwirkung dieses Körpers auf den thierischen Organismus ist ähnlich der des Naphtylamins, grade wie sich Aethylanilin und Aethyltoluidin dem Anilin und Toluidin gegenüber verhalten.

Naphtalin-Industrie.

Im Grossen werden die Chlorverbindungen des Naphtalins dargestellt, wozu man eine Mischung von chlorsaurem Kalium und Salzsäure benutzt. Der Rückstand wird durch Pressen von den flüssigen Chlorverbindungen des Naphtalins getrennt; der Pressrückstand, die krystallinische Verbindung, enthält vorzugsweise **Naphtalindichlorid.** Man hat hierbei die Arbeiter vor der Einwirkung der salzsauren Dämpfe zu schützen; der chemische Process muss daher in geschlossenen Apparaten vor sich gehen.

Die **Fabrication der Phtalsäure** geschieht noch häufig durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Naphtalindichlorid, wobei sich neben den Dämpfen der Untersalpetersäure auch die von Chlor und Salzsäure entwickeln. Enthielt das Naphtalin noch Carbolsäure, so können sich auch die Dämpfe von Di- und Trichlorphenylsäure sowie von Chlorpikrin hinzugesellen; es liegt daher die dringende Veranlassung vor, die Arbeiter vor diesen Dämpfen zu schützen.

Gegenwärtig lässt man zur Darstellung von Phtalsäure hauptsächlich Kaliumbichromat und Schwefelsäure auf Naphtalin einwirken, wobei man ebenfalls nur geschlossene Apparate benutzen darf, da namentlich die Zersetzungsproducte des Naphtalins und der gebildeten Phtalsäure auftreten. Bei der Auflösung des erhaltenen Products entwickelt sich viel Kohlensäure neben den Dämpfen der Phtalsäure.

Bei der Uebersättigung dieser Flüssigkeit mit Natriumcarbonat schlägt sich Chromoxyd nieder und man erhält nach einiger Zeit eine röthlich gefärbte Flüssigkeit, welche mit Schwefel- oder Salzsäure einen carmoisinrothen Niederschlag (Carminnaphta, Naphtilcarmin) bildet.*)

Die vom Carminnaphta abfiltrirte Flüssigkeit wird im Wasserbade abgedampft; es scheidet sich zuerst Natriumsulfat aus; dann lagern sich die glänzenden Blättchen der Phtalsäure $C_8H_6O_4$ ab.

---

*) Carminnaphta bildet mit Alkalien gelbrothe, in Wasser lösliche Verbindungen, die Seide und Wolle ohne Beize orange oder violett färben.

Phtalsäure ist Benzoësäure plus Kohlensäure $C_7H_6O_2 + CO_2 = C_8H_6O_4$; die Ueberführung der Phtalsäure in Benzoësäure hat übrigens noch keine technische Wichtigkeit erlangt.

Aus phtalsaurem Calcium erhält man bei einer Temperatur von 330—350° benzoësaures Calcium.

Naphtalinfarben. Alle Oxydations- und Reductionsmittel wirken auf Naphtylamin in analoger Weise wie auf Anilin ein. Es gibt übrigens nur zwei Fabriken, welche **Magdalaroth** in geringer Menge fabriciren. **Naphtalingelb** ist neben Phtalsäure das einzige Product aus Naphtalin, welches in grösserem Massstabe dargestellt wird, obgleich sich nur 3 Fabriken (1 in England und 2 in Deutschland) mit der Fabrication dieser Farbe beschäftigen.

Naphtameïn nennt man einen violettbläulichen Farbstoff, welcher durch Einwirkung von Oxydationsmitteln (Eisenchlorid, Chromsäure, Quecksilberchlorid u. s. w.) auf ein Naphtylaminsalz erhalten wird.

Naphtylaminviolett entsteht, wenn man salpetrige Säure auf Naphtylamin einwirken lässt und das Product mit Oxydationsmitteln: Arsensäure, Zinnchlorid, Quecksilbernitrat u. s. w., behandelt.

Naphtylaminroth (Magdalaroth, Hofmann's Naphtalinroth) ist dem Rosanilin insofern ähnlich als nicht die freie Basis, sondern die Verbindung derselben den Farbstoff liefert. Im Grossen wird es durch Einwirkung von salpetrigsauren Salzen auf Naphtylaminsalze dargestellt. Die salpetrigsauren Salze werden in der Fabrik gewonnen, indem man die sauren Dämpfe in grosse Behälter leitet, in denen Lauge diesen entgegen rieselt. Der Farbstoff empfiehlt sich nur für helle Tinten und für den Druck, soll aber sehr haltbar sein.

Naphtalingelb (Martiusgelb, Manchestergelb, Dinitronaphtol) wird durch Kochen von salpetrigsaurem Naphtylamin mit einer Lösung von salpetrigsaurem Kalium gewonnen; es entwickelt sich viel Stickstoff während der Einwirkung. Der sich in gelben Krystallen ausscheidende Farbstoff wird durch Auflösen in Ammoniak gereinigt. Das Ammoniumsalz wird durch Chlorcalcium in das Calciumsalz $C_{10}H_5(NO_2)_2 CaO + 3$ Aq. verwandelt. Reine Dinitronaphtolsalze sind nicht explosiv; die Explosivität rührt nur von zufälligen Verunreinigungen her.[1])

Anthracen.

Anthracen $C_{14}H_{10}$ krystallisirt in glänzend weissen Blättchen mit bläulichvioletter Fluorescenz, welche bei 213° schmelzen und bei 360° sieden; ein Verdampfen tritt aber schon unter dem Schmelzpunct ein. Die Dämpfe des Anthracens riechen unangenehm und wirken wie die des Naphthalins reizend auf die Respirationswege ein. In Alkohol und Aether ist es schwer, in siedendem Benzol sehr leicht löslich.

Zur **Darstellung von Anthracen** wird vorzugsweise das bei der Rectification des Steinkohlentheers gewonnene grüne Schmierfett (s. S. 604) benutzt.*) Man lässt dasselbe einige Zeit an einem kalten Orte stehen, um die Ausscheidung von Anthracen zu befördern, filtrirt die Masse durch eine Filterpresse und wäscht die durch Ausschleudern getrocknete Masse mit Benzol oder Petroleumessenz aus, um den Antheil an Naphtalin oder Phenol zu beseitigen. Durch nochmaliges Auschleudern und Schmelzen erhält man schliesslich eine paraffinartige, grünlich-weisse Masse von krystallinischem Bruche. Durch Sublimation derselben stellt man das reine Anthracen in kleinen, weissen Blättchen dar.

Die **Anthracenfabrication** ist stets mehr oder weniger mit Belästigungen für die Umgebung verbunden. Da sie nach der Gewerbeordnung vom 21. Juli 1869 einem Concessionsverfahren unterliegt, so ist sie niemals in Städten oder dicht bevölkerten Vorstädten zu dulden, namentlich wenn es sich um eine gleichzeitige Destillation oder Verkokung des Pechs handelt.

*) Man gebraucht auch das harte und weiche Pech, das aber ein weniger reines Anthracen geben soll (s. die Anmerk. auf S. 605).

Bei der Reinigung des Rohanthracens sind es die Dämpfe der Petroleumessenz oder des Benzols, welche sich sowohl wegen der Feuersgefahr als auch wegen der schädlichen Einwirkung auf die Arbeiter im Fabriklocal nicht verbreiten dürfen. Man sorge daher stets für dicht geschlossene Gefässe und eine vollständige Condensation der Dämpfe.

Chinonderivate des Benzols.

Anthrachinon $C_{14}H_8O_2$ wird durch Kochen von Anthracen mit Salpetersäure oder durch Behandeln von Kaliumbichromat und Schwefelsäure erhalten. Es stellt rothgelbe bis weissliche Krystalle dar, welche bei 276° schmelzen und von concentrirter Schwefelsäure mit röthlich-gelber Farbe in der Kälte gelöst werden. Erwärmt man die Lösung stark und lange, so bildet sich **Mono-** und **Disulfanthrachinonsäure** $C_{14}H_6O_2 . 2SO_3H$; wird letztere mit Natriumhydrat geschmolzen, so bildet sich **Dioxyanthrachinon** oder **Alizarin** $C_{14}H_6(OH)_2O_2 = C_{14}H_8O_4$, indem die beiden Säurereste (SO_3H) durch zwei Hydroxyle (OH) ersetzt werden.

Alizarin-Industrie.

Die **technische Darstellung des Alizarins** zerfällt gegenwärtig 1) in die Oxydation des Anthracens in Antrachinon; die meisten Fabricanten gebrauchen dazu Kaliumbichromat und Schwefelsäure und lassen die Mischung mehrere Stunden lang in irdenen oder metallenen, inwendig emaillirten Gefässen kochen; 2) in der Behandlung des Anthracens mit rauchender Schwefelsäure, um es in Disulfanthrachinonsäure zu verwandeln; 3) in die Ueberführung dieser Säure in das entsprechende Natriumsalz, indem die Disulfanthrachinonsäure mit überschüssigem Natriumhydrat behandelt und zur Trockne eingedampft wird; 4) in das Schmelzen des disulfanthrachinonsauren Natriums mit Natriumhydrat.

In technischer Beziehung ist die letztere Operation der wichtigste Act, weil bei zu starker Erhitzung das Alizarin in Benzoësäure übergeführt resp. zerstört wird, und bei zu schwacher Erhitzung das Alizarin im intermediären Uebergangsstadium verbleibt, indem Sulfoxyanthrachinon $C_{14}H_6O_2\begin{cases}HO\\SO_3H\end{cases}$ entsteht.

Die Schmelze wird in heissem Wasser gelöst, filtrirt und mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt. Unter Entwicklung von schwefliger Säure und Kohlensäure schlägt sich Alizarin in bräunlich-gelben Flocken nieder; diese werden auf einem Filtrum gesammelt und mit kaltem Wasser gewaschen*).

Die Alizarinindustrie bietet in sanitärer Beziehung keine grossen Bedenken dar. Bedient man sich der Salpetersäure als Oxydationsmittel, so hat man für die Beseitigung der salpetrigsauren Dämpfe zu sorgen; ausserdem erzeugen sich keine nachtheiligen Gase und Dämpfe. Die Menge der schwefligen Säure beim Auswaschen der Schmelze richtet sich natürlich nach dem Umfange der Production; es hängen daher auch die zu treffenden Vorsichtsmassregeln hiervon ab, niemals dürfen sich aber diese Gase im Fabriklocale ansammeln.

Die Waschwässer sind sehr reich an schwefelsauren Chromsalzen, die man bei einem geregelten Betriebe zur Darstellung des Chromalauns oder zur Regeneration von Kaliumchromat benutzen wird; ihr freier Abfluss oder Versickern ist nicht zu gestatten. Ob die Wässer, welche bei der Lösung der Schmelze entstehen und namentlich Natriumsulfit enthalten, zum Abfluss gelangen können, muss nach den örtlichen Verhältnissen beurtheilt werden; in kleinern Wasserläufen, welche zu ökonomischen Zwecken benutzt werden, würden sie entschieden nachtheilig einwirken. Ebenso verhält es sich mit den durch Farbstoffe verunreinigten Wässern, welche nur in grössere Wasserläufe mit hinreichender Strömung ohne Nachtheil abgelassen werden dürfen, widrigenfalls sie einer Klärung zu unterwerfen sind.

---

*) In der Fabrik zu Höchst wird Anthracen mit Kaliumbichromat und Salpetersäure gekocht. Das entstandene Anthrachinon bleibt in der Salpetersäure gelöst und zwar als Mononitroanthrachinon $C_{14}H_7(NO_2)O_2$. Durch Zusatz von Wasser schlägt sich ein gelbes Präcipitat nieder; dann folgt der Zusatz der rauchenden Schwefelsäure und die weitere, oben erwähnte Behandlung.

Stets ist es für den Betrieb einer solchen Fabrik ausserordentlich nützlich, wenn sie an einem bedeutenden Flusse liegt, über hinreichende Wassermengen gebieten kann und in dem Ablassen der hinreichend verdünnten Abfallwässer nicht behindert ist.

Das rohe Alizarin wird zur Beseitigung von Anthrachinon mit Natronlauge und das Alizarinnatron mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, um das Alizarin wieder auszuscheiden. Die betreffenden Waschwässer liefern daher Natriumsulfat.

Das ausgewaschene Alizarin wird noch in einem Pulverisirapparat feucht vertheilt, damit es eine ziemlich dünne, gelbe bis bräunliche Paste darstellt, welche nur in Gläsern oder dichten hölzernen Fässchen verpackt werden darf; sie enthält in der Regel 10—15 % trocknes Alizarin.

Im Handel unterscheidet man Alizarin mit Gelbstich für Rothfärbereien und Druckereien, und das Alizarin mit Blaustich für violette und Lila-Farben, welches die Krappblumen ersetzt.

Durch Sublimation erhält man das trockne Alizarin, welches in tiefrothen oder orangefarbenen Nadeln krystallisirt, mit verdünnter Aetznatronlauge eine schöne blauviolette Lösung liefert und mit Thonerde und Eisenoxyd unlösliche Verbindungen eingeht. Zum Färben wird in der Regel nur die Paste benutzt.[1])

Purpurin ist ein oxydirtes Alizarin oder vielmehr ein Anthrachinon, in welchem 3 H durch 3 Hydroxyle vertreten sind:

$$C_{14}H_5O_2\begin{cases}HO\\HO\\HO\end{cases} = C_{14}H_8O_5.$$

Anthrapurpurin $C_{14}H_8O_5$ hat dieselbe Zusammensetzung wie Purpurin und ist ein zweites Isomer des eigentlichen Krapppurpurins (s. Krapp S. 568). Es färbt die verschiedenen Beizen ebenso seifenächt wie Alizarin. Bei seiner Darstellung im Grossen löst man die Alizarinpaste in verdünntem Natriumcarbonat auf und schüttelt das Filtrat mit Thonerdehydrat, das sich mit dem Alizarin zu unlöslichem Alizarinlack verbindet, während Anthrapurpurin gelöst bleibt und durch mehrfache Präcipitationen gereinigt wird. In einem Tiegel sublimirt man es in gelbröthlichen Blättchen, die in kohlensauren Alkalien purpurroth, in caustischen Alkalien violett gelöst werden*).

Picolinbasen.

Mit Picolinbasen bezeichnet man eine Reihe stickstoffhaltiger Körper, welche wie Anilin und seine Homologene zusammengesetzt sind, sich jedoch wesentlich von ihnen unterscheiden, während sie in der Einwirkung auf den thierischen Organismus wiederum eine nahe Verwandtschaft vermuthen lassen.

Pyridin C_5H_5N ist das niedrigste Glied mit 5 Kohlenstoffen in dieser Reihe.

Picolin C_6H_7N hat dieselbe Zusammensetzung wie Anilin und kommt wie die übrigen Basen im Steinkohlentheer und im Ol. anim. Dippelii vor; es bildet sich bei der trocknen Destillation des Leims, des Fleisches, der Haare, des Horns u. s. w., daher auch bei der Fabrication des Blutlaugensalzes, ferner bei der Destillation der Braunkohle und der Blätterschiefer.

Picolin stellt ein farbloses Oel dar, welches bei 133° siedet und wie Tabaksschmergel riecht, der picolinhaltig, aber nicht nikotinhaltig ist, wie häufig angenommen wird.[1])

*) Als Anhang zu den Farbstoffen ist hier noch **Murexid** $C_8H_8N_6O_6$ zu erwähnen, welches durch die Anilinfarben verdrängt worden ist. Im Handel kommt es in Teigform vor, heisst auch **Purpurcarmin** und ist das Ammoniumsalz der Purpursäure; man gewinnt es aus der Harnsäure. Beim Färben wird meist eine Sublimatlösung zum Fixiren der Farbe benutzt, ein in sanitärer Beziehung zu beachtender Umstand.

Einwirkung von Picolin auf den thierischen Organismus. 1) Ein junges Kaninchen sitzt im Glaskasten, in welchem 3,8 Grm. Picolin verdunsten. Die Dämpfe erzeugen selbst nach einem 6stündigen Aufenthalte nur Reizung der Nasenschleimhaut und der Conjunctiva sowie starkes Speicheln.

2) 5 Grm. Picolin werden in einem Kölbchen erhitzt; die sich entwickelnden Dämpfe werden in den Zinkkasten, in welchem eine starke Taube sitzt, geleitet. Abgesehen von der Irritation der Augen wird das Athmen nach 6 M. beschwerlich, nach vielem Schwanken fällt sie nach 20 M. hin. Herausgenommen, bleibt sie in der Seitenlage unter Dyspnoe, Husten und Rhonchus sibilans. 12 M. hernach hört die stetig abnehmende Respiration ganz auf.

Section nach 20 Stunden. Hirnhäute blutreich; Lungen hell- und braunroth marmorirt, auf den Durchschnitten blutiger Schaum und geronnenes Blut; die Luftröhrenschleimhaut hier und da mit zähem Schleim bedeckt. Die rechte Herzhälfte strotzt von schwarzem, geronnenem Blute; im linken Ventrikel etwas flüssiges Blut.

3) Nach einer subcutanen Injection von 30 Tropfen Picolin tritt bei der Taube des 1. Versuchs nach 2 M. stürmisches und unregelmässiges Athmen ein; sie sinkt allmählig zusammen nach 26 M.; dann folgen convulsivische Zuckungen nach 45 M. Unter stetig abnehmender Respiration stirbt sie nach 2 Stunden.

Bei der Section findet sich ein 3 Linien langes und 1 Linie breites Blutcoagulum am hintern Rande der linken Hemisphäre unter der Dura mater. Sonst stimmt der Befund mit dem beim 2. Versuche überein, nur zeigt sich noch Emphysem der Lunge und ein dünnes Blutextravasat auf der Luftröhrenschleimhaut.

Zufällige Vergiftungen durch Tabaksschmergel haben eine auffallende Uebereinstimmung mit den obigen Thier-Versuchen. So beobachtete Deutsch[1]) in einem solchen Falle den Eintritt von Würgen, Schwindel, Ohnmacht, Bewusstlosigkeit, convulsivischen Zuckungen und stürmischem Athmen mit Klanglosigkeit der Stimme, die sich bis zur Aphonie steigerte.

Wer sich den Dämpfen von Picolin aussetzt, wird ebenfalls bald Kopfschmerzen, Schwindel, starkes Uebelsein und beklommenes Athmen empfinden. Auch haftet der unangenehme Geruch lange allen wollenen Kleidungsstücken oder den Haaren an und unterhält das Unwohlsein, wenn man nicht in der Lage ist, die Kleider bald zu wechseln und sich zu reinigen.

Lutidin C_7H_9N ist isomer mit Toluidin und ein beständiger Begleiter von Picolin; es wird daher auch aus demselben Rohmaterial, welches zur Darstellung von Picolin dient, gewonnen; die Trennung geschieht durch fractionirte Destillation. Es stellt eine ölige Flüssigkeit dar, welche leichter als Wasser ist und bei 154° siedet; seine Einwirkung auf den thierischen Organismus ist ähnlich der des Picolin.

Collidin $C_8H_{11}N$ ist isomer mit Xylidin und ebenfalls ein steter Begleiter von Picolin; es kommt auch im Tabaksrauche vor und ist eine farblose Flüssigkeit, die zwischen 176—180° siedet.

Parvolin $C_9H_{13}N$ ist isomer mit Cumidin und kommt in Begleitung obiger Basen vor; es siedet bei 260°, hat einen durchdringenden, höchst unangenehmen Geruch und wird in der Industrie noch nicht benutzt. Es wirkt, wie alle Basen dieser Art, bei der subcutanen Injection oder Ingestion sehr gefährlich auf den thierischen Organismus ein. Wird es mit defibrinirtem Ochsenblut vermischt, so tritt die eigenthümliche Erscheinung ein, dass fast alle Blutkügelchen schwinden; nur einzelne, eckig verzogene bleiben zurück.[2])

Chinolin C_9H_7N ist eine farblose Flüssigkeit, deren Geruch an bittere Mandeln erinnert; mit Amyljodür vermischt liefert es einen purpurblauen Farbstoff, **Cyanin.**

Einwirkung von Chinolin auf den thierischen Organismus. Ein junges Kaninchen kauert nach einer subcutanen Injection von 1 C.-C. Chinolin bald zusammen, 30 M. nachher verlangsamt sich die Herzthätigkeit und die Körperwärme sinkt; nach 1 St. sind die vordern Extremitäten gelähmt, worauf es bald unter schwachen Zuckungen todt hinstürzt.

Section nach 20 Stunden. Zwischen beiden Hemisphären nach hinten unter der Dura mater ein nadelknopfgrosses Blutextravasat; Lungen hellroth und zusammengefallen; der rechte Ventrikel und Vorhof des Herzens mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt; das übrige Blut ist mehr dünnflüssig und hellroth.

Die grosse Aehnlichkeit in der Wirkung dieser Base mit der der ganzen Picolinreihe

geht hieraus hervor. In der Technik strebt man darnach, Chinolin namentlich für die Farbendarstellung zu verwerthen.

Ausser **Lepidin** $C_{10}H_9N$ und **Cryptidin** $C_{11}H_{11}N$, welche ebenfalls im Steinkohlentheer vorkommen, ist noch **Pyrrol** C_4H_5N zu erwähnen: es ist durch seine Reaction auf einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan bekannt, der sich sofort purpurroth färbt. Man kann aus ihm einen rothen Farbstoff, **Pyrrolroth** $C_{12}H_{11}N_2O$, gewinnen.

Die Dämpfe von Pyrrol wirken stark reizend auf die Respirationswege ein und trüben nach den an Thieren angestellten Versuchen die Cornea derselben.

Kampher.

Kampher $C_{10}H_{16}O$ wird durch Sublimation der Blätter und Zweige des Kampherbaums erhalten; die rohe, bräunliche Masse wird in London und Paris durch Sublimation raffinirt. Die bekannte weisse Masse von brennendem Geschmack schmilzt bei 175°; durch wasserentziehende Mittel verwandelt sich Kampher unter Bildung von Toluol, Xylol und Pseudocumol in Methylpropylbenzol, das eigentliche Cymol $C_{10}H_{14}$.

Die Kampherdämpfe übten auf Kaninchen keinen bleibenden Nachtheil aus; bei der Ingestion von grossen Kamphergaben entstehen beim Menschen tonische und klonische Krämpfe, Cyanose und verminderte Sensibilität der Haut bei enger Pupille, sehr schwachem und ungleichem Pulse. Die Restitution erfolgt durch starke Schweissbildung.[1])

Aetherische Oele.

Aetherische Oele nennt man eine Menge von in Pflanzen vorkommenden Stoffen, welche die Zusammensetzung $C_{10}H_{16}$ haben. Unter ihnen ist besonders **Terpentinöl** $C_{10}H_{16}$ hervorzuheben. Die zur Gattung Pinus, Abies, Larix u. s. w. gehörenden Bäume liefern nach Einschnitten in ihre Rinde einen dicken Saft, Terpentin, ein Gemisch von Harz und Terpentinöl. Letzteres erhält man durch Destillation; der Rückstand (Terebinthina cocta) wird durch Schmelzen entwässert und stellt dann das Colophonium dar*).

An der Luft verharzt Terpentinöl durch Sauerstoffaufnahme und zeigt dann alle Reactionen von Ozon.

Terpentinöl wird nach den verschiedenen Bezugsquellen als gemeines oder französisches (Pinus silvestris), als venetianisches (Pinus Larix), als ungarisches oder karpatisches (Pinus cembra) u. s. w. unterschieden. Das französische Terpentinöl dreht die Polarisationsebene nach links, das englische nach rechts.

Einwirkung des französischen Terpentinöls auf den thierischen Organismus. 1) 100 Tropfen werden in einem Sandbade erwärmt und die Dämpfe in die Glasglocke, in welcher ein kleines Kaninchen sitzt, geleitet. Sogleich treten grosse Unruhe, Niessen,

*) Durch Destillation von Colophonium erhält man als erstes Product Essig-, Ameisen- und Buttersäure und dann ein ätherisches Oel (Essenz, Harzessenz), welches wie Terpentinöl verharzt. Nach der abdestillirten Essenz gehen schwere Oele (Retinöle, Codöle) über, welche mit feinem Kalkpulver versetzt und als Wagenschmiere benutzt werden. Im letzten Stadium der Destillation sind sie mit Kreosot überladen und erzeugen bei unvorsichtigen Manipulationen eine sehr starke Hautreizung.

Die durch Destillation des amerikanischen Harzes, eines Gemenges ausgeschmolzener Harze verschiedener Pinusarten, erhaltene Harzessenz hat *Vohl* Pinolin genannt: sie hat ähnliche Eigenschaften wie das Terpentinöl. Für Kaninchen ist Pinolin ein schwaches Anaestheticum ohne alle schlimmere Nebenwirkung.

und stossweises Athmen ein; nach 4 M. Taumeln und die heftigsten Convulsionen. Nach der Herausnahme, 1 M. später, bleiben noch tonisches und klonisches Strecken der Beine, unregelmässiges Athmen, lautes Jammern und starkes Herzklopfen. Erst nach 24 M. macht das Thier Gehversuche (bei erweiterter Pupille); es dauert noch 2 Stunden, bis es sich freier bewegt. Am 2. Tage ist die Respiration noch beschleunigt, am 3. Tage Restitution.

2) Ein starkes Kaninchen sitzt im grossen Glaskasten, in welchem 200 Tropfen Terpentinöl in warmem Sande verdunsten; sogleich starker Husten, grosse Unruhe, Thränen der Augen und baldiges Zusammensinken. Nach 5 M. Zusatz von 100 Tropfen; mehrmaliges Hinfallen und Wiederaufstehen. Nach 13 M. Zusatz von 100 Tropfen; dann heftige Convulsionen mit hervorstehenden Augen, die mit rotirenden Bewegungen der Vorderbeine abwechseln und mit Schreien verbunden sind. Nach 16 Min. Herausnahme des Thieres, das wieder in klonische und tonische Krämpfe verfällt und 2 M. hernach stirbt.

Bei der Section zeigten sich eine starke Hyperämie der Hirnhäute, ein erbsengrosses Extravasat von geronnenem Blute auf der Oberfläche des rechten Hirnlappens, blutige Infiltration des linken untern Lungenlappens, eine starke Anfüllung des Herzens mit geronnenem und flüssigem Blute und eine auffallende Hyperämie der Nieren-Rinde.

Die Wirkung des Terpentinöls erklärt sich aus seiner chemischen Beschaffenheit; als Kohlenwasserstoff entfaltet es die vielen Kohlenwasserstoffen eigenthümliche Wirkung auf die Nervencentren; beim französischen Terpentinöl ist dies in erhöhtem Grade der Fall, da seine Dämpfe ähnlich wie die des rohen Petroleums die heftigsten Convulsionen erzeugen. Ausserdem reizen die Dämpfe die Respirations- und die uropoetischen Organe und zwar in ähnlicher Weise, wie dies bei der Ingestion des Terpentinöls geschieht.[1]

Empfindliche Constitutionen, namentlich Frauen, werden schon durch den Geruch afficirt, bekommen dadurch Kopfschmerzen, Schwindel, Uebelkeit und sogar Ohnmachtszufälle*).

Bei der vielfachen Anwendung von Terpentinöl hat man auf die Wirkung seiner Dämpfe wohl zu achten; gebraucht man es als Präservativ in Zündholzfabriken, so sollte man jedenfalls das französische Oel vermeiden (s. Phosphor).

Verwendung findet das Terpentinöl als Zusatz zu Firnissen und zum Anrühren vieler Farbstoffe, z. B. in der Porcellanmalerei. Venetianisches Terpentin ist ein wesentlicher Bestandtheil des **Siegellacks**, der ausserdem noch aus Schellack, Colophonium, Kreide und den färbenden Bestandtheilen besteht.

In sanitärer Beziehung ist hauptsächlich auf die Beschaffenheit der färbenden Bestandtheile des Siegellacks zu achten. Leicht reducirbare oxydhaltige Metalle, wie Mennige, Bleiglätte u. s. w., erzeugen ein missfarbiges Product, daher hat sich der beständigere Zinnober eingebürgert, obgleich sich beim Verbrennen Quecksilberdämpfe und schweflige Säure entwickeln. Chromsaure Salze (chromsaures Blei zum Rothfärben, chromsaures Zink zum Gelbfärben, borsaures Chrom zum Grünfärben) sind weniger schädlich, weil sie ihren Sauerstoff für die Verbrennung hergeben und dadurch selbst vor Verbrennung geschützt werden.

Wie Zinnober ist auch Schwefelarsen und Schweinfurter Grün zu vermeiden. Die geringern Sorten sind unbedenklich, weil Colcothar zu Braun und Roth, Ocker zu Gelb, Grünerde zu Grün genommen werden.[2]

Die Toilettensiegellacke bestehen aus Benzoëharz, Schellack und Styrax unter Zusatz von Terpentinöl. Bei der Anfertigung entstehen sehr viele Dämpfe von Benzoësäure und Terpentinöl, die zum Schutze der Arbeiter abgeleitet werden müssen.

Beim **Lagern des Terpentins** wird im Allgemeinen zu wenig Vorsicht gebraucht. Das Lagern in Fässern sollte verboten werden; am besten würden sich Reservoirs von Schwarzblech hierzu eignen, welche in überwölbten Räumen aufgestellt, überirdisch mittels Trichter und eiserner Röhren anzufüllen sind. Auch das Füllen kleinerer Gebinde aus dem Reservoir muss durch überirdisch aufgestellte Pumpen geschehen.

Fichtenöl, Kienöl kommt in den Fichtennadeln vor und wird durch Destillation derselben mit Wasser dargestellt. Eine dünnflüssige, gelblich-grüne Flüssigkeit, deren

---

*) Bekannt ist es, dass der starke Duft wohlriechender Blumen oft ähnliche Zufälle hervorruft.

Geruch an Lavendelöl erinnert und welche schwach sauer reagirt; die saure Reaction soll von Ameisensäure herrühren. Sein Siedepunct ist ungefähr dem des Terpentinöls gleich; sein Hauptbestandtheil ist ein dem Terpentinöl homologer Kohlenwasserstoff. Die Dämpfe dieses Oels wirken hauptsächlich reizend auf alle Schleimhäute ein, namentlich auf die der Respirationswege.

Oleum Cadini, Cade-Oel, Ol. empyreumat. Juniperi wird durch Schwelen des Holzes von Juniperus-Arten, namentlich von Juniperus phoenicea, erhalten. Es enthält ebenfalls einen dem Terpentinöl homologen Kohlenwasserstoff und könnte man es deshalb brenzliches Terpentinöl nennen.

Die Dämpfe von 3.75 Grm. des Oels versetzten ein mittelgrosses Kaninchen, das in der Glasglocke sass, nach 36 M. in eine unvollständige Anästhesie, nachdem Husten, Thränen der Augen, starkes Reiben über die Nase und Taumel vorhergegangen waren: erst nach 25 M. macht es unter starkem Schwanken Gehversuche.

Von ähnlicher Zusammensetzung wie das Terpentinöl sind noch Citronenöl, Bergamottöl, Pomeranzenöl, Copaivaöl, Rosmarinöl, Cubebenöl, Bernsteinöl, Lavendelöl und Wachholderbeeröl.

Die Dämpfe von Zimmetöl, Kümmelöl, Anisöl, Tanacetöl, Gewürznelkenöl u. s. w. erzeugten nur Husten, Reizung der Schleimhaut der Nase und der Augen, aber keine charakteristischen Erscheinungen.

Darstellung der ätherischen Oele. Sie geschieht 1) durch Auspressen, wenn die Pflanzentheile das Oel reichlich enthalten, wie dies z. B. bei den Citronen-, Pomeranzen- und Apfelsinenschalen der Fall ist; 2) durch Digestion der frischen Blüthen mit fetten Oelen oder Fetten, z. B. bei Jasminen, Veilchen, Hyacinthen; dies Verfahren übt man namentlich im südlichen Frankreich aus; 3) durch Destillation der Samen, der ein einfaches Knirschen vorhergeht, wenn die Oele schon fertig gebildet im Samen sind.

Andere Samen, z. B. Senfsamen, bittere Mandeln, Kirschkerne u. s. w., bedürfen einer Digestion mit lauem Wasser, weil sich erst bei Gegenwart von Wasser durch Einwirkung einer stickstoffhaltigen Substanz auf einen stickstofffreien resp. schwefelhaltigen Körper das Oel bildet. So entsteht das bittere Mandelöl erst durch die Einwirkung von Emulsin auf Amygdalin.

Die Destillation geschieht im Allgemeinen mittels Wasserdampfes; weil vor dem Beginn der eigentlichen Destillation die Wasserdämpfe mit den Gasen und Dämpfen der ätherischen Substanzen vermengt aus der Kühlschlangenmündung heraustreten, so ist die Aufstellung eines Gassammelkastens durchaus nothwendig, namentlich wenn es sich um blausäure- oder schwefelhaltige (Senf, Löffelkraut, Meerrettig) Dämpfe handelt. Die Wasserdämpfe gehen durch ein Sieb, auf dem das Material liegt, in ein höher gelegenes kupfernes, inwendig verzinntes Gefäss, das mit der Kühlschlange verbunden ist. Der S. 455 abgebildete Apparat eignet sich mit Weglassung des Kesselchens sehr gut hierzu.

Die abdestillirten Pflanzen- oder Samenrückstände müssen mit Kalk bestreut werden, weil sie sehr schnell in Fäulniss übergehen; nur Wermuth und Schafgarbe machen hiervon eine Ausnahme.

Kautschuk.

Kautschuk ist in dem Milchsaft vieler Pflanzen (Siphonia elastica und brasil., Ficus indica u. s. w.) enthalten, mit den Harzen verwandt und stellt einen Kohlenwasserstoff dar, für den man die Formel C_8H_7 angenommen hat. Bei 180—200° beginnt Kautschuk zu schmelzen; bei der trocknen Destillation liefert er theerartige Producte, aus denen man brennbare Gase und solche von der Zusammensetzung des Terpentinöls (Eupion, Kautscheen, Butylen) durch fractionirte Destillation darstellen kann. Es gibt sehr verschiedene Kautschuksorten.

Kautschukfabrication. Zunächst muss der rohe Kautschuk einer Reinigung unterworfen werden, die häufig durch Einweichen in warmem Wasser geschieht und dann für die Anwohner höchst belästigend ist, da sich hierbei ein widerlicher Geruch verbreitet. Ein Zusatz von Chlorkalk vermag ohne Schädigung des Kautschuks am ehesten die Belästigung zu vermindern. Beim amerikanischen Kautschuk kocht man den Kautschuk in Waschfässern durch Wasserdampf und zerschneidet ihn gleichzeitig mittels eines herumlaufenden Kreismessers. Der ostindische Kautschuk wird auf Walzwerken oder in Holländern gereinigt.

Behufs Wiedervereinigung des gewaschenen Kautschuks gebraucht man eine Art von Wolf, der aber immer mehr von den Walzwerken verdrängt wird.

Das **Vulcanisiren** oder Incorporiren des Kautschuks mit Schwefel verleiht demselben die Fähigkeit, auch bei grosser Kälte elastisch zu bleiben.[1])

Man vulcanisirt nach verschiedenen Methoden. Nur für bestimmte Waaren (Ballons) taucht man noch den Kautschuk in Blattform in eine kalte Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel; nach dem Herausnehmen folgt eine rasche Trocknung in einem trocknen Luftstrom. Diese Procedur muss in luftigen, frei stehenden Schuppen ausgeführt werden; sie afficirt aber oft die Arbeiterinnen, die man häufig für diese Beschäftigung bestimmt. Glücklicherweise geschieht die Arbeit nur zeitweilig, sollte aber nei mit den Händen, sondern mit Hülfe zweckmässiger Handhaben geschehen, um den entweichenden Dämpfen so wenig als möglich nahe zu treten (s. S. 366).

Nach *Gérard* wird Kautschuk mehrere Stunden lang unter ca. 4 Atmosphärendruck in eine auf 140° C. erwärmte Lösung von Fünffach-Schwefelkalium gelegt; Auswaschen in Wasser und Trocknen beschliesst diese jetzt häufig angewandte Methode.[2])

Seitdem man aber, namentlich für geringere Sorten, statt Schwefel Kermes, Zinkweiss und Schwefel, Schwefel und Pfeifenthon, Schwefelblei und unterschwefligsaures Blei u. s. w. nimmt, um gleichzeitig die Masse zu erschweren, benutzt man statt der frühern Knetmaschine mehr Walzen, die bisweilen auch durch hineingeleiteten Dampf erwärmt werden. Die hier stattfindende Staubbildung macht die Arbeit zu einer der ungesundesten Beschäftigungen, denn die Arbeiter sind dabei beständig in Staub gehüllt, wenn sie die zu incorporirenden Körper aufstreuen. Je nach der Beschaffenheit derselben ist dann auch der Staub mehr oder minder gefährlich; wenn irgendwo, so sind bei diesem Acte Schutzmassregeln nothwendig. Wenn Exhaustoren nicht anzubringen sind, dann müssen die Arbeiter Mund und Nase durch vorgebundene Tücher oder feuchte Schleier schützen; letztere sind vorzuziehen, weil in den Arbeitsräumen ein ziemlich hoher Wärmegrad herrscht.

Das Entschwefeln des vulcanisirten Kautschuks geschieht, um den überschüssigen Schwefel zu entfernen, weil der vulcanisirte Kautschuk an der Luft häufig in Folge eines Oxydationsprocesses brüchig wird.

Man nennt diese Operation auch Beizen und bewirkt sie durch Kochen der meist fertigen Kautschukwaaren in Kali- oder Natronlauge; es bildet sich Schwefelleber, die zu massenhafter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas Anlass geben kann. In einem concreten Falle war an einem der Fabrik gegenüber gelegenen Hause der Bleiweiss-Anstrich geschwärzt und die Kinder litten beständig an Husten und Augenentzündungen, Erwachsene wurden von Uebelkeit, Erbrechen und Kopfschmerzen befallen, Krankheitszustände, die factisch mit dem Auftreten des Schwefelwasserstoffs in ursachlichem Zusammenhange standen.

Mit Bleioxyd versetztes Kautschuk kocht man in einer solchen alkalischen Lauge, um es durch Bildung von Schwefelblei schwarz zu färben.

Unter hornisirtem oder gehärtetem Kautschuk versteht man sehr stark vulcanisirten und noch mit Kreide, Schwerspath, Gips u. s. w. erschwerten Kautschuk, der einer Hitze von 135° ausgesetzt wird. Der Kautschuk wird vorher in Wasser von 45—50° C. eingeweicht, in einem Holländer zerrissen und dann zwischen Walzen mit den Incorporationsmitteln wieder vereinigt.

Das gebräuchlichste Auflösungsmittel für Kautschuk ist jetzt Petroleumbenzin; nur zur Darstellung des Kautschukfirnisses benutzt man Benzol allein oder mit einem Zusatz von Terpentinöl.

Der durch die Lösungsmittel erweichte Kautschuk wird zwischen kleinen Walzen bearbeitet; diese bewegen sich in Trögen, die sich über einem eisernen, durch Wasserdämpfe erhitzten Kasten befinden. Dieser dick- oder dünnflüssige Firniss wird besonders zur Herstellung wasserdichter Gewebe benutzt. Man muss über dem ganzen Apparat einen Blechtrichter zum Absaugen der Dämpfe anbringen; am besten würde derselbe

mit einem Exhaustor zu verbinden sein: jedenfalls ist die Ableitung der Dämpfe in den Schornstein erforderlich, da sonst die Arbeiter unter der Einwirkung der Dämpfe ernstlich an ihrer Gesundheit geschädigt werden.[3])

Die Fabrication von Röhren, Schläuchen, Bällen, Puppen, Fäden, elastischen Geweben, Gummischuhen u. s. w. sind mechanische Manipulationen. Wichtiger ist noch das Auftragen des Kautschukfirnisses auf Gewebe, das zwar auch mittels Walzen bewerkstelligt wird, aber stets mit der Entwicklung der Dämpfe von Benzol resp. Terpentinöl verbunden ist: es muss daher diese Arbeit in sehr gut gelüfteten Räumen vorgenommen werden. *Guibal* und *Caminge* haben einen Apparat construirt, mittels dessen das Benzol resp. Terpentinöl einerseits rasch verdampft, andrerseits mittels einer Condensationsvorrichtung wieder gewonnen wird. Die mit Kautschukmasse bestrichenen Zeugstreifen liegen auf einem durch Wasserdämpfe erhitzten Blechkasten: über der Stelle, an der die Verflüchtigung der ätherischen Oele stattfindet, sind dachförmig construirte Blechflächen angebracht, die von aussen durch eine Regenbrause gekühlt werden. An der kalten Innenfläche des Daches condensiren sich die Dämpfe und sammeln sich in einem gemeinschaftlichen Behälter.[4])

Dieses Ziel, die ätherischen Dämpfe wieder zu gewinnen, hat man zwar schon früher aus pecuniärem Interesse verfolgt, aber noch nicht vollständig erreicht: die Sorge für das Wohl der Arbeiter sollte eine desto stärkere Triebfeder sein, um weitere Versuche in dieser Richtung zu machen. Wichtig ist in dieser Beziehung die Thatsache, dass, wenn man die mit den ätherischen Dämpfen geschwängerte Luft gleichzeitig mit Wasserdampf von 100° C. durch lange Kühlschlangen leitet, das Lösungsmittel mit dem Wasser abgeschieden resp. condensirt wird. Man könnte für diesen Fall durch Exhaustoren die ätherischen Dämpfe aus dem Arbeitsraume in einen Behälter absaugen, in welchen man einen Dampfstrahl in der Weise einleitet, dass dieser den ätherischen Luftstrom kreuzt und dadurch eine innigere Mischung der Dämpfe untereinander bewirkt: dies Gemisch würde dann in einer langen Kühlschlange condensirt, aus welcher die condensirte Flüssigkeit in ein Gefäss abfliesst, in welchem sie mittels eines Hebers abgeschieden wird.

Bei der Bearbeitung der einzelnen Gegenstände, welche noch mit den ätherischen Flüssigkeiten mehr oder weniger durchtränkt sind, kann man den Arbeitstisch mit einer Glasdecke versehen, die vorn zum Durchführen der Hände der Arbeiter offen ist und sich hinten an einen Schornstein anlehnt, der gleich unterhalb der Glasdecke eine Oeffnung zum Abzug der Dämpfe hat (s. S. 269).

Ausser der Vermeidung der Staubbildung bleibt die Ableitung oder Condensation der ätherischen Dämpfe in sanitärer Beziehung die wichtigste Aufgabe in den Kautschukfabriken.[5])

Anfertigung künstlicher Schleifsteine. Quarzsand, gepulverter Feuerstein und andere harte Substanzen werden zunächst für sich pulverisirt, wobei auf die schädliche Staubbildung aufmerksam zu machen ist. Der vulcanisirte Kautschuk wird vorher durch Theer oder Theeröle in der Hitze aufgelöst und dann diesen Substanzen zugemischt: man erhitzt die Masse in einem mit einem Eisenblechhelm versehenen Schmelzkessel bis auf 220–230° C.: hierauf folgt das Formen in Scheiben mittels Walzen, über die sich ein eisenblecherner Mantel wölbt, um auch hier wie beim Schmelzen die sich entwickelnden Dämpfe abzuleiten. Die Scheiben werden in Cylindern mit doppelter Wandung Wasserdämpfen von 153° ausgesetzt, d. h. gebrannt. Ausser den Dämpfen der Theeröle entwickelt sich hier auch Schwefelwasserstoff; man darf sie wie beim Schmelzen nur unter den geeigneten Vorsichtsmassregeln in die Feuerung leiten; ihre Ableitung in die Esse kann feuergefährlich werden. Unter Umständen würde auch die Condensation der Dämpfe behufs Gewinnen der Theeröle sich lohnen.

Gutta-Percha.

Gutta-Percha ist der Milchsaft eines Baumes aus der Familie der Sapotaceen (Isonandra Gutta) und besteht nach Payen aus Gutta, Albane und Fluavile. Gutta ist der Hauptbestandtheil, während Gutta-Percha als ein Gemisch dieser 3 Stoffe zu betrachten ist.

Behufs Reinigung der rohen Gutta-Percha wird sie zuerst durch Maschinen zerrissen und dann mit Wasserdämpfen und siedendem Wasser behandelt, worauf die Auswalzung in Bänder, Riemen u. s. w. folgt. Man vulcanisirt sie häufiger mit unterschwefligsaurem Blei oder Zink als mit Schwefel und verarbeitet sie wie Kautschuk zu den verschiedensten Gegenständen. Ihre wichtigste Anwendung findet sie, wegen Nichtleitung der Elektricität, für Isolirung der Telegraphendrähte.

Proteïnkörper.

Die Proteïnkörper enthalten ausser dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch Stickstoff und Schwefel; wegen ihres Gehaltes an Eiweiss charakterisiren sie sich durch leichte Zersetzbarkeit im feuchten Zustande, wobei sich sehr viele Zersetzungsproducte entwickeln, welche grösstentheils schon bei vielen Vorgängen dieser Art, z. B. bei der Fäulniss der thierischen Abfälle u. s. w., zur Sprache gekommen sind. Wir betrachten sie hier nur in ihrer Beziehung zur Industrie, namentlich zur Färberei.

Die wichtigsten Vertreter der Proteïn- oder Eiweisskörper sind **Albumin**, **Caseïn** und **Fibrin**. Sie werden durch Gerbsäure in Lösungen gefällt, während concentrirte Essigsäure, Alkalien, Alkohol und eine Wärme von 60—70° sie in eine unlösliche Modification überführen.

Die Beziehungen der Eiweisskörper zu einem wichtigen Theile der Industrie, zur **Färberei**, beruhen auf der Thatsache, dass stickstoffhaltige Substanzen leichter zu färben sind als stickstofffreie. So färbt sich Seide und Wolle leichter, als Baumwolle und Leinen.

Man fand im Caseïn und Albumin Stoffe, welche ohne Zersetzung in Lösung gebracht und aus dieser Lösung durch irgend eine Säure wieder unverändert präcipitirt werden können.

Dieses Imprägniren der Stoffe mit Albumin und Caseïn heisst das Animalisiren derselben; dadurch entstand nun auch die fabrikmässige Darstellung von Albumin und Caseïn und namentlich in Frankreich und England wurde dieser Industriezweig in grosser Ausdehnung betrieben.

Darstellung von Albumin. Statt des kostspieligen Hühnereiweisses musste das Blut der Säugethiere für die meisten Fälle eine Quelle des Albumins werden; ursprünglich wurde das Blutfibrin während der Fäulniss in Albumin übergeführt, weil man die Fäulniss des Blutes als ein die Albuminbildung beförderndes Mittel ansah; man manipulirte daher vielfach mit faulem Blute, wodurch die ganze Fabrication in üblen Ruf gekommen ist; natürlich erzeugten die Zersetzungsproducte einen widerlichen Geruch.

Gegenwärtig sind die Albuminfabriken meistens mit den öffentlichen Schlachthäusern verbunden und beziehen das Blut direct aus denselben, um es sofort in zinkenen Schalen aufzufangen und der Filtration zu unterwerfen. Früher setzte man etwas Alaun oder Glaubersalz hinzu; gegenwärtig schüttet man das Blut in einen runden Behälter mit Siebboden, durch welchen zunächst blutiges Serum in die untere, etwas trichterförmig gestaltete Abtheilung gelangt; diese hat in der Mitte ein schiebbares Röhrchen mitKautschukverschluss, das an der obern Spitze durchlöchert ist und nach dem Grade der Klärung immer tiefer geschoben wird, bis es in das Niveau des blutigen Serums gekommen ist. Das erhaltene Serum wird abgedampft; geschieht dies sofort nach der Filtration, so ist die ganze Procedur ohne Belästigung; diese tritt erst ein, wenn es sich um älteres Serum handelt, das beim Abdampfen dann die verschiedenen Fäulnissgase fahren lässt.

Natur-Albumin ist mit Terpentinöl gepeitscht worden, wobei das entstehende Ozon bleichend, conservirend und klärend einwirkt. Nach ruhigem Stehenlassen scheidet sich das mit einem schmierigen Fett vermischte Terpentinöl ab.

Patent-Albumin ist vor der Behandlung mit Terpentinöl noch mit den entsprechenden Mengen von englischer Schwefelsäure und concentrirter Essigsäure vermischt worden.[1])

Die Blutrückstände müssen bis zu einem gewissen Grade sofort eingetrocknet werden; man benutzt sie in der Blutlaugensalzindustrie und zur Darstellung der Thierkohle, oder trocknet sie unter geeigneten Zusätzen an der Luft, um sie bei der Poudrette-Fabrication zu verwerthen.

Oeffentliche Schlachthäuser sind in grössern Städten nicht zu entbehren, um die mit der Verwerthung der Abfälle (Albumindarstellung, Talgschmelzen, Knochensieden u. s. w.) verbundene Industrie hier zu concentriren und ganz besonders die Durchführung einer Fleischbeschau zu ermöglichen.[2])

Das Gesetz vom 18. März 1868 gestattet den Schlächtern, wenn die zum Schlachtbetriebe dienenden Gebäude ihrer Bestimmung entzogen werden, einen Schadenersatz hierfür; aus unbegründeter Furcht vor diesen Kosten zögern noch viele Städte mit der Fertigstellung dieser durch die öffentliche Gesundheitspflege gebotenen Anstalten. Berücksichtigt man die vielen sanitätspolizeilichen Einrichtungen, die mit öffentlichen Schlachthäusern verbunden werden können, so liegt ihre grosse Bedeutung klar vor Augen. So kann ein Viehhof zur Aufnahme des Viehes behufs thierärztlicher Untersuchung dienen, während Stallungen die Trennung des kranken und gesunden Viehs bewirken.

Für Grossvieh sind grosse Schlachtkammern erforderlich, während zum Schlachten von Hammeln und Kälbern mehrere gruppenweise aneinander gereihte und durch bedeckte Gänge von einander getrennte, kleinere Schlachtkammern herzustellen sind. Ein asphaltirter, etwas abschüssiger Boden nebst reichlichster Bespülung erleichtert den Abfluss der unreinen Flüssigkeiten; am besten ist deshalb die Lage an einem grossen Flusse oder in der Nähe von Schwemmcanälen. Feste, unverwerthbare Abfälle gelangen in cementirte Gruben und werden sofort mit Desinfectionsmitteln behandelt*).

Für die Aufbewahrung des Fleisches ist eine tunnelartige Construction eines Eiskellers am zweckmässigsten, um auf Eisenbahnschienen das Fleisch, in Waggons aufgehängt, auf der einen Seite ein- und auf der andern Seite herauszufahren; eiserne Thüren verschliessen den Aus- und Eingang.

Das Local für die Kaldaunenwäsche kann mit dem für die Albuminbereitung in Verbindung stehen.

Schweineschlächtereien sind von den übrigen Schlachträumen zu trennen und erfordern besondere Einrichtungen zum Vorräthighalten von warmem Wasser; getrennte Räume für die mikroskopische Untersuchung sind ebenfalls erforderlich. Für Pferdeschlächtereien sind besondere Polizei-Verordnungen nöthig.[3])

Darstellung von Caseïn. Der Käsestoff der geronnenen Milch wird von der Molke getrennt, gepresst, mit einer verdünnten Lösung von Natriumcarbonat aufgelöst und dann wieder mit Salzsäure niedergeschlagen, bis alles Fett ausgeschieden ist.

Nach der Pressung und mehrmaligem Auswaschen mit Wasser folgt zuletzt das Trocknen in Trockenstuben.

Die Abfallwässer gehen wegen ihres Gehaltes an Caseïn leicht in Fäulniss über; sie müssen daher stets mit Kalk versetzt werden.

Käsebereitung. Bei der Käsebereitung im Grossen sind besonders die Abpresswässer, welche beim sogen. Garmachen der Käse durch das Salzen entstehen, zu berücksichtigen, da sie wegen ihres Gehaltes an Fettsäuren sehr übel riechen; sie sind daher bald mit Kalk zu versetzen.

In den Lagerkellern muss für eine ausreichende Ventilation gesorgt werden; sie dürfen nicht in der Nähe von Wohnräumen angelegt werden, da sich neben Schwefelwasserstoff resp. Schwefelammonium die flüchtigen Fettsäuren entwickeln und einen widerlichen Geruch verbreiten, wie er sich in allen Käselagern vorfindet.

Der grüne Kräuterkäse ist häufig mit Kupfer gefärbt. Sehr wichtig sind die Enveloppen des Käses, da man häufig bleihaltiges Staniol hierzu wählt; auch Zinn allein wird vom Käse angegriffen resp. aufgenommen, weil hier ammoniakalische Ausdünstungen stattfinden, durch welche Zinn sehr leicht oxydirt wird.

*) Bei Schlächtereien in Privathäusern muss mit der grössten Strenge die sorgfältigste Desinfection aller Abfälle und die wasserdichte Herstellung des Bodens in den Schlachträumen angeordnet werden.

Alkaloide.

Alkaloide werden auch organische Basen genannt, weil sie alle einen basischen Charakter haben; meist sind sie in Wasser unlöslich, dagegen in Säuren löslich und bilden damit Salze. Es sollen hier nur die für die Industrie wichtigsten Alkaloide betrachtet werden.

Chinin $C_{20}H_{24}N_2O_2$; seine Darstellung im Grossen ist seit 50 Jahren in Deutschland eingeführt und, wenn man von der directen Extraction durch Benzin absieht, ziemlich dieselbe geblieben.

Der erste Act besteht in sorgfältigem Pulverisiren der Rinde auf besondern Mühlen und zwar in feuchtem Zustande, weil die Rinde wegen ihrer spröden Beschaffenheit sonst wegspringen und starken Staub entwickeln würde.

Obgleich man aus pecuniärem Interesse Verluste durch Staubbildung zu vermeiden sucht, so steht es doch thatsächlich fest, dass die mit dem Mahlen beschäftigten Arbeiter bisweilen an bestimmten Formen von Wechselfiebern leiden. Die Empirie hat im Spiritus cochlearis, der theelöffelweise kurz vor dem Froste zu nehmen ist, ein bewährtes Mittel gefunden. Ausserdem vermag aber der Staub auch reizend auf die Schleimhaut der Augen und Nase einzuwirken; es würde sich deshalb auch hier das Vorbinden eines feuchten Schleiers vor das Gesicht empfehlen.

Das feine Pulver wird mit Schwefelsäure unter Mitwirkung indirecter Wasserdämpfe behandelt, um die china- und gerbsauren Salze zu zerlegen. Die Chinasäure geht mit den Basen in Lösung, die mit Kalkmilch übersättigt wird, um die Alkaloide und Harze zu fällen, während die Chinasäure an Kalk gebunden bleibt. Das Präcipitat wird mit Wasser und Weingeist der Destillation unterworfen; es bleibt eine aus den Harzen und Alkaloiden bestehende Schicht zurück, die mit heisser Schwefelsäure behandelt wird; die ersten, die Alkaloide enthaltenden Auszüge werden noch mit Blutkohle behandelt und mit Natriumcarbonat neutralisirt. Beim Erkalten scheiden sich Chinin und Cinchonin aus; das übrig bleibende Harz kommt im Handel als Chinoidin oder Chinaharz vor.

Die einzelnen Klumpen der Alkaloide, welche sich nach dem Trocknen gebildet haben, müssen durch ein leises Reiben zwischen den Händen in ein lockeres Pulver gebracht werden. Diese Operation ist für die Arbeiter die gefährlichste; die feinen Nadeln dringen nämlich in die Haut und rufen eine entzündliche Reizung hervor, so dass Hände und Gesicht oft schmerzhaft anschwellen und selbst intermittirende Frostanfälle entstehen. Dass die feinen Krystallnädelchen in die Haut dringen, ist durch genauere Untersuchung nachgewiessen worden.

Die örtliche Reizung wird am sichersten und raschesten durch Waschen mit der oben erwähnten Flüssigkeit, welche die Chinasäure enthält, gehoben.

Morphin $C_{17}N_{19}NO_3$ wird im Grossen dargestellt, indem man das in feine Stücke zerschnittene Opium mit kaltem Wasser auszieht und den wässrigen Auszug durch Wasserdämpfe unter Zusatz von Marmor abdampft.

Die vorhandenen Säuren neutralisiren den Kalk; die entweichende Kohlensäure reisst viele flüchtigen Bestandtheile mit sich fort, die bei den Arbeitern eigenthümliche Zuckungen und Vibriren verschiedener Muskelpartien, namentlich an den entblössten Theilen der Arme und des Gesichts erzeugen können, wenn grössere Mengen Opium bearbeitet werden*). Eine sorgfältige Ableitung dieser Gase und Dämpfe ist durchaus nothwendig**).

---

*) Das Schmelzen des Opiums in den Factoreien geschieht meist noch auf freiem Feuer, wobei narkotische, die Arbeiter betäubende Dämpfe entstehen. Selbst die Mannschaft auf Schiffen, welche Opium verladen haben, werden nicht selten von Betäubung und Zittern befallen; man will die Beobachtung gemacht haben, dass die betreffenden Matrosen dann viel weniger von der Seekrankheit befallen werden.

**) Die Arbeiter pflegen bei diesen Affectionen den verdünnten Tabaksschmergel als Heilmittel zu nehmen.

Das syrupsartige Extract wird in kaltem Wasser gelöst, filtrirt, wieder eingedampft und dann mit einer concentrirten Chlorcalciumlösung versetzt, um zunächst Mekonsäure als mekonsaures Calcium auszuscheiden. In dem Rückstande bildet sich bei längerem Stehenlassen eine Krystallmasse, die ein Doppelsalz von salzsaurem Morphin und Codeïn enthält; man löst es in Weingeist und setzt der Lösung Ammoniak hinzu, um sämmtliches Morphin mit dem gebildeten Salmiak niederzuschlagen, während Codeïn gelöst bleibt.

Beim Kochen dieser alkoholischen Lösung mit Thierkohle soll sich ein eigenthümlicher flüchtiger Körper entwickeln, welcher bei allen Arbeitern auf die Dauer von 5—6 Tagen einen unregelmässigen Herzschlag erzeugt; da der Genuss von Kaffee den Zustand verschlimmern soll, so hat man es hier nicht mit einem narkotischen Körper zu thun.

Strychnin $C_{21}H_{22}N_2O_2$ und **Brucin** $C_{23}H_{28}N_2O_4$ finden sich in den Krähenaugen (Samen von Strychnos nux vomica), in der falschen Angusturarinde, in den Samen von Strychnos Ignatii u. s. w.

Die Darstellung dieser Alkaloide beruht auf einem Ausziehen der betreffenden Pflanzentheile mit Alkohol und Behandeln des alkoholischen Auszuges mit Magnesia usta, wodurch das Strychnin gefällt und das Brucin in Lösung bleibt.

In sanitärer Beziehung ist zu beachten, dass das Pulverisiren des Rohmaterials mit der grössten Vorsicht geschehen muss; es sind dazu nur geschlossene, sogen. Knirschmühlen zu gebrauchen. Dann ist der Rückstand bei der alkoholischen Extraction zu berücksichtigen, da er stets noch geringe Mengen von Strychnin und Brucin enthält. Drittens sind die Waschwässer des brucinhaltigen Präcipitats, sowie der bei der Extraction mit Alkohol resultirende magnesiahaltige Rückstand mit grosser Vorsicht zu behandeln; letztern Rückstand unterwirft man sammt den ausgezogenen Pflanzenüberresten am besten einer Verbrennung. Die Pflanzenüberreste können bei einem grossartigen Betriebe sehr bedeutend sein, da im besten Falle aus 1 Kilogrm. Rohmaterial nur 5 Grm. Basen in Summa erhalten werden. Will man diese Rückstände behufs Wiedergewinnung des Alkohols einer Destillation unterwerfen, so ist der gewonnene Alkohol nur bei einer neuen Strychnin- oder Brucinbereitung verwendbar, da er giftige Eigenschaft besitzt. So wurde in einem concreten Falle ein solcher Spiritus bei der Chininfabrication benutzt und ein Präparat dargestellt, welches alle Erscheinungen einer Strychninvergiftung hervorrief.

Alle Waschwässer dürfen niemals in öffentliche Canäle oder Schlinggruben abgelassen werden, da im letztern Falle eine Vergiftung der benachbarten Brunnen veranlasst werden kann; glücklicherweise macht sich auch die geringste Spur davon durch einen intensiv bittern Geschmack bemerkbar. In Flüssen und Teichen wirken sie sehr verderblich auf Fische ein; sie sind stets mit der entsprechenden Menge Chlorkalk und Salzsäure zu versetzen, um das hierbei entstehende Chlor einwirken zu lassen (s. S. 45).

Die Verwendung des Strychnins zum Vertilgen schädlicher Thiere, besonders die Benutzung des sogen. Giftweizens, ist nicht ohne Bedenken; wird derselbe auf freiem Felde ausgestreut, so können auch andere Thiere, z. B. Rebhühner u. s. w, zu Grunde gehen. Man sollte überhaupt Strychnin in der Kammerjägerei nicht gestatten.

Vielfach ist auch die Frage aufgeworfen worden, ob die durch Strychnin vergifteten Thiere, z. B. Feldhühner u. s. w., beim spätern Genusse schädlich auf den menschlichen Organismus einzuwirken vermögen. Zunächst möchte hier die Quantität des Giftes mitsprechen, welches sich jedenfalls durch den sehr bittern Geschmack auch bei einem geringen Gehalte bemerkbar machen wird; gewiss ist, dass das etwa vorhandene Strychnin durch die Zubereitung der Thiere nicht zerstört wird.

Nicotin $C_{10}H_{14}N_2$ wird durch Behandeln der Tabaksblätter mit verdünnter Schwefelsäure gewonnen und stellt eine Base dar, während Nicotianin, der Tabakskampher, eine flüchtige, fettartige Substanz ist, die den angenehmen Geruch des Tabaks bedingen soll.

Tabaksindustrie.

Nicotiana Tabacum (Virginischer Tabak) ist die am häufigsten cultivirte Tabakspflanze; den Pfälzer Tabak liefert Nicotiana macrophylla (Maryland-Tabak); Nicotiana rustica wird in Deutschland nur noch wenig angebaut.

Das Tabaksblatt bedarf stets einer Präparation, die in einer Gährung besteht, um die eiweisshaltigen Bestandtheile zu entfernen und eigenthümliche Fuselöle zur Ent-

wicklung zu bringen. Die Blätter werden zu diesem Zwecke auf Haufen zusammengelegt, bis sie sich im Innern erhitzen und Wasserdämpfe entwickeln, d. h. schwitzen. Hierauf folgt das Trocknen der einzelnen Blätter an Schnüren; mehrere Blätter werden dann zu einer Docke zusammengebunden und in grosse Fässer gepresst, bis wieder Erwärmung eintritt; zeigt sich diese nicht mehr, nachdem man Besprengen mit Salzwasser und Austrocknen mehrmals wiederholt hat, so trocknet man vollständig aus und sortirt die Blätter. Nach dem Entrippen folgt das Sauciren oder Beizen, das aber hauptsächlich einen Gegenstand der Schnupftabakfabrication ausmacht.

Nur die schlechtern Sorten von Rauchtabak werden gebeizt oder saucirt, um ihnen einen andern Geschmack zu geben und dadurch fremde Sorten (Portorico, Varinas u. s. w.) nachzuahmen. Um die Blätter schneller zu trocknen, werden sie nach Art des Malzens auf einem Eisendrahtgitter, das auf einem Ofen liegt, **gedarrt**, um ihnen den grossen Theil der narkotischen Bestandtheile und den knellernden Geruch zu entziehen. Gleichzeitig erhalten die Blätter dadurch ein krauses Ansehen, um aus denselben den sogen. Krull- oder Kraustabak zu bereiten.

Das Zerschneiden des Rauchtabaks geschieht nach vorhergehender Anfeuchtung auf der Schneidebank, wozu man meist Dampfkraft benutzt. Nach dem Trocknen in den Trockencylindern und Sieben folgt das Verpacken in die Pakete für den Verkauf.

Der Rolltabak ist unzerschnittener Tabak, der wie in der Seilspinnerei gesponnen wird; man wählt wie bei den Cigarren die Einlage und das Deckblatt, die mässig angefeuchtet werden. Den Schluss der Cigarrenfabrication bildet gegenwärtig ein künstliches Pressen.

Beim Tabaksrauch gelangt das Nicotin wegen seiner Flüchtigkeit und leichten Zersetzbarkeit nicht zur Wirkung; man kann fast mit Bestimmtheit annehmen, dass Nicotin bei der hohen Temperatur, der es beim Rauchen ausgesetzt ist, eine Zersetzung erleidet, deren Endproducte zur Gruppe der Picolinbasen gehören (s. S. 646); diese sind es, die überhaupt vorzugsweise im Tabaksrauche zur Geltung kommen und zwar neben geringen Mengen von Kohlenoxyd, Schwefel- und Cyanwasserstoff resp. Schwefel- und Cyanammonium[1]). Unzweifelhaft wird sich aber Nicotin bei den Gährungsprocessen und selbst noch beim Darren entwickeln; es müssen daher alle Räume, in welchen diese Manipulationen stattfinden, möglichst sorgfältig ventilirt werden, um die narkotischen Einflüsse zu verhüten, die sich durch Schwindel, Betäubung und ohnmachtähnliche Zufälle äussern können, aber an der freien Luft schnell verschwinden. In dieser Beziehung sind solche Tabaksblätter zu den Giften zu zählen.[2])

Der Schnupftabak wird aus Karotten oder Blättern bereitet; erstere werden auf besondern Maschinen aus gebeizten Tabaksblättern als längliche, eiförmige, stark gepresste Körper dargestellt. Die **Saucen** sollen den Schnupftabak reizender und wohlriechender machen; man benutzt vorzugsweise Salmiak, Pottasche, Kochsalz, Tamarinden, Weinstein, Cassia, Violenwurzel u. s. w.; die Saucen können sauer, neutral oder leicht alkalisch sein.[3])

Das Zerkleinern geschieht durch Rapiren auf Stampf- oder Mahlmühlen, während das Sieben die Trennung in gröbere und feinere Sorten bewirkt. Häufig lässt man noch eine zweite Gährung folgen, die hauptsächlich eine Verminderung des Nicotingehaltes und die Ueberführung der stickstoffhaltigen Substanzen in Humuskörper bezweckt. In guten Schnupftabaken lassen sich höchstens 0,06 % Nicotin nachweisen; kaum Spuren davon enthält der Kautabak, dessen Blätter man mit Tamarinden, Wein, Syrup u s. w. saucirt, zu dünnen Rollen oder kleinen Päckchen, d. h. Primchen, spinnt und mit Eisenvitriol färbt.

Die Verpackung der Schnupftabake in bleihaltigen Folien ist durch Erlass der Ministerien der Justiz, für Handel und der geistlichen Angelegenheiten vom 2. März 1865 verboten worden, nachdem traurige Folgen von Bleivergiftungen den Schaden aufgedeckt haben, welchen in denselben verpackte Schnupftabake hervorrufen.[4])

Die **sanitären Verhältnisse der Tabaksarbeiter** sind sehr verschieden beurtheilt worden, während, wie überall, auch hier die Wahrheit in der Mitte liegt. Scheidet man alle nachtheiligen Einflüsse ausserhalb der Fabrik, wie z. B. unregelmässige Lebensweise, Trunksucht u. s. w., aus, so zeigt auch die Tabaksindustrie, dass sich

viele Arbeiter einer guten Gesundheit erfreuen, nicht häufiger an Respirationsorganen erkranken als andere, dem Staube ausgesetzte Fabrikarbeiter, selbst häufig die mittlere Lebensdauer übersteigen.[5]) Auch muss man von den vielen schwächlichen jungen Leuten absehen, die oft mit Vorliebe in diese Fabriken geschickt werden, weil es dort mehrere nicht anstrengende Beschäftigungen gibt. Scrophulöse Arbeiter mit phthisischem Bau gehören aber am wenigsten in die Tabaksfabriken und die Erfahrung zeigt täglich, dass die Krankheitsanlage unter den Fabrik-Einflüssen viel leichter zur vollständigen Entwicklung gelangt. Der Tabaksstaub zeigt sich namentlich beim Trocknen, Rapiren und Sieben und jeder an diese Atmosphäre nicht Gewöhnte wird anfangs sehr unangenehm davon berührt. Es fehlt aber noch an bestimmten Thatsachen, die für eine Einlagerung dieses Staubes in das Lungengewebe sprechen.

Zenker[6]) hat erst bei zwei Arbeitern einer Tabaksfabrik in den Lungen tabakbraune Flecke gefunden, die mit feinkörnigen Einlagerungen in's Alveolargewebe verbunden waren; dabei waren die Lungen atrophisch und grade an den atrophischen Stellen am stärksten gefärbt. Diese Fälle stehen aber noch zu isolirt da, um die Tabakslunge klinisch festzustellen; Thatsache ist es nur, dass die mit dem Rapiren beschäftigten Arbeiter häufig braune Sputa haben, wenn sie an Bronchialkatarrhen leiden, was im Anfange ihrer Beschäftigung oft der Fall ist. Zweifelsohne müssen diese Einwirkungen Arbeiter mit reizbaren Brustorganen viel nachhaltiger treffen und daher auch schlimmere Folgen herbeiführen; die Fabrikärzte sollten keine Gelegenheit vorübergehen lassen, um ihre Warnung rechtzeitig zur Geltung zu bringen. Wo die häusliche Noth die Fortsetzung der Arbeit gebot, hat Verf. nicht selten einen raschen Verlauf der Phthisis beobachtet; wer aber die Anlage zu dieser Krankheit nicht schon vor dem Eintritt in die Fabrik besass, wird sie sich sicher niemals durch die Einflüsse derselben allein erwerben.

Immerhin ist eine sorgfältige Ventilation und Reinlichkeit in den Arbeitsräumen ein Haupterforderniss, um die Gesundheit der Arbeiter zu erhalten; es sollte in dieser Beziehung mehr geschehen und es würde eine Hauptaufgabe der Fabrikinspectoren sein, diesem Gegenstande die grösste Aufmerksamkeit zu widmen. Dem jugendlichen Alter schaden allerdings Einflüsse, welche die Reinheit der Luft beeinträchtigen, am meisten, aber kein Lebensalter geht ganz ungestraft an ihnen vorüber, nur tritt der Schaden nicht immer bald zu Tage.

Die Rapirmühlen, bei denen Sägeblätter die Tabake zerkleinern, stehen meist frei und ohne Mantelbekleidung, anstatt dass durch geschlossene Kasten die Ausbreitung des Staubes verhütet werden sollte. Noch mehr Staub wirkt auf den Arbeiter ein, wenn er sich der Rapirmesser bedient, die nach Art der gewöhnlichen Wiegemesser construirt sind. Am feinsten ist der Staub, wenn der Schnupftabak schliesslich mittels grosser Mühlsteine gemahlen wird; geschlossene Kugelapparate würden denselben technischen Vortheil gewähren. Die sanitären Nachtheile würden immer mehr beseitigt werden, wenn man in den Tabaksfabriken dem zeitgemässen Fortschritte der Industrie mehr huldigen wollte.

Starke Gerüche nebst Staub treten bei den sogen. Trockencylindern auf, die durch Wasserdämpfe in ihren Wandungen geheizt werden und im Innern mit einem Schaufelwerk versehen sind, um sowohl den zerschnittenen Tabak zu bearbeiten als auch ein feines Sieb vorwärts zu schieben, durch welches der Staub abgeschieden wird.

Ein zweckmässiger Exhaustor würde hier Staub und die verschiedenen Dämpfe beseitigen und selbst die starke Hitze in diesen Räumen mindern, während man in den meisten Fabriken den Staub noch auf allen Gegenständen und den Kleidern der Arbeiter abgelagert findet. Wirkte der Tabaksstaub specifisch schädlich ein, so hätten sich bei der bisherigen Vernachlässigung aller Vorsichts-

massregeln die Folgen weit bestimmter und viel häufiger zeigen müssen; man kann ihn im Allgemeinen als vegetabilischen Staub in die Kategorie des Krapp-, Flechten-, Holzstaubes u. s. w. bringen;[7]) nur der Staub des Schnupftabaks und des saucirten Rauchtabaks ist in Folge des Beizens viel reizender, kann daher nach der Beschaffenheit der Beize die Schleimhäute mehr oder weniger irritiren.

Werden Krankheitszustände, Augenentzündungen, entzündliche Affectionen der Respirationsorgane dadurch hervorgerufen, so muss die Beurtheilung des concreten Falles und die Fabricationsmethode Aufschluss über die ätiologischen Momente geben. Jedenfalls werden dann noch andere Ursachen als der eigentliche Tabaksstaub einwirken, namentlich wenn man noch die vielfachen Zusätze von mehr oder weniger differenten Substanzen zum Schnupftabak (Kohlenpulver, Kienruss u.s.w.) berücksichtigt. Solche fremdartige Einflüsse sind streng von der Einwirkung des eigentlichen Tabaksstaubes zu sondern.

Bei der Tabaksdarre können mit den Wasserdämpfen am leichtesten die narkotischen Bestandtheile mit fortgerissen werden; eine Ableitung der Dämpfe ist aber leicht zu bewerkstelligen und sollte zum Wohle der Arbeiter nie versäumt werden. Beim eigentlichen Gährungsprocesse, dem die Tabaksblätter unterliegen, ist nur dann die Gefahr zu verhüten, wenn für denselben vorschriftsmässig grössere, offene, auch von den Arbeitsräumen getrennte Locale vorhanden sind und durch Exhaustoren die schädlichen Emanationen beseitigt werden.[8])

Silicium, Si.

Wir verlassen die organischen Körper und wenden uns wieder den anorganischen zu, unter denen zunächst noch der den Metalloiden angehörende Kiesel (Silicium) zu erwähnen ist, der zwar nicht frei in der Natur, aber in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Kieselsäureanhydrid sehr häufig vorkommt, denn kieselsaure Salze (Silicate) fehlen fast in keinem Gebirge und in keinem Ackerboden.

Das **Silicium** ist ein amorphes Pulver und stellt mit Wasserstoff **Siliciumwasserstoff** SiH_4 dar, der in unreinem Zustande an der Luft sofort explodirt.

Kieselsäure $Si(OH)_4$ kann wegen ihrer grossen Neigung, Anhydrid zu bilden, nicht rein dargestellt werden. Der gallertartige Niederschlag, den man durch Zersetzung des Natriumsilicats mit Salzsäure erhält, ist ein Gemenge von Kieselsäure und Kieselsäureanhydrid.

Kieselsäureanhydrid SiO_2 findet sich im Bergkrystall, Quarz, Feuerstein, Achat, Chalcedon, Chrysopras und in der Infusorienerde. In der Pflanzenwelt lagert sich das Anhydrid vorzugsweise in den Equisetumarten, in den Knoten des Bambusrohrs, im Roggen-, Weizen- und Gerstenstroh sowie in den Hüllen der Leguminosen und Cerealien ab.

Die **Darstellung der Kieselsäure aus dem Kieselguhr** geschieht für die Glasfabrication; man unterwirft zu diesem Zwecke die Infusorienerde in Kesseln oder Retortenöfen der Calcination; sind die erstern nicht geschlossen, so reissen die entweichenden Wasserdämpfe eine Menge Infusorienerde mit sich fort, da bei diesem Processe eine dem kochenden Wasser ähnliche Bewegung in der Masse erfolgt.

Es muss daher im Deckel solcher Kessel ein Ableitungsrohr angebracht werden, um diesen schädlichen Dampf in den Schlot überzuführen. Bei den Retorten entwickelt sich bei der Herausnahme des Calcinirgutes ein erheblicher Staub, der mit salzsauren Dämpfen verbunden sein kann, wenn die Infusorienerde vom Meereswasser bespült worden ist.

Die Arbeiter müssen sich hierbei unbedingt mit Respiratoren versehen, da dieser Staub höchst gefährlich einwirkt und Lungenkrankheiten zur Folge hat. Da die Arbeiter häufig harte, kuglige, in eitrigen Schleim eingehüllte Knötchen auswerfen, so pflegt man in Böhmen diese Krankheit „Erbsenkrankheit" zu nennen: sie ist der Vorläufer von Phthisis, die durch Abmagerung, hektisches Fieber, Nachtschweisse u. s. w. schliesslich den Tod herbeiführt, und kann als Prototyp der Kiesellunge betrachtet werden, denn die Wasserdämpfe führen den gefährlichen Staub sehr leicht in die Respirationswege und setzen ihn in die Alveolen des Lungenparenchyms ab.

Diese Krankheit wiederholt sich bekanntlich überall, wo kieselerdehaltiger Staub (Quarz, Feuerstein, Thon, Thonschiefer, Granit) von den Respirationswegen aufgenommen wird. Trotz der auf der Hand liegenden Gefahr und trotz der vielen Opfer bei den Steinhauern, den Arbeitern in Porcellan-, Glas- und Cementfabriken u. s. w., berücksichtigt man die Verhütung dieser Einflüsse noch lange nicht sorgfältig genug.[1])

Kieselfluorwasserstoffsäure, Kieselflusssäure H_2SiF_6 oder $2HF + SiF_4$ ist nur in wässriger Lösung bekannt und zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, mit Kalium und Barium eine schwer lösliche Verbindung einzugehen; man benutzt dieselbe daher, um Kalium vom Natrium und Magnesium zu trennen.

Die **Darstellung im Grossen** ist von *Tessié du Motay*[2]) versucht worden, indem er ein Gemenge von Flussspath (Fluorcalcium CaF_2), Kieselerde, Thon und Kohle in grossen Schachtöfen zu verbrennen sucht: die Kohle wirkt reducirend auf die Kieselsäure und die grössere Menge des im Fluorcalcium enthaltenen Fluors wird als Fluorsilicium SiF_4 gewonnen, das neben Stickstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure gasförmig entweicht*).

Die Gase werden an der Gicht gesammelt und in Condensationskasten geleitet, in denen Fluorsilicium durch Wasser in Kieselsäure, die sich am Boden ablagert, und in Kieselfluorwasserstoff zersetzt wird:

$$3SiF_4 + 4H_2O = Si(OH)_4 + 2H_2SiF_6.$$ [3])

Die Schlacken bestehen aus Calciumsilicat und noch unzersetztem Flussspath. Die Fabrication ist aber erst im Entstehen, bedarf noch sehr der Vervollkommnung und belästigt einstweilen die Anwohner in hohem Grade.

Verwendung findet die Kieselflusssäure zur Darstellung von Kieselfluorkalium aus dem Chlorkalium in Stassfurt: es bleibt hierbei eine der zugesetzten Kieselflusssäure entsprechende Menge Salzsäure zurück, die wie der Rückstand der Blanc fixe-Fabrication zu behandeln ist (s. diese).

Um das Kieselfluorkalium in caustisches Alkali zu verwandeln, wird es in Glasretorten erhitzt: das entweichende Fluorsilicium wird durch Wasser zersetzt, während das restirende Fluorkalium KF durch Aetzkalk in Fluorcalcium übergeführt wird, welches weiter zu verschiedenen Zwecken verwerthet wird.

Die Kieselflusssäure ist auch bei der Fabrication von künstlichem Mineraldünger zum Aufschliessen von Knochen, Phosphoriten, Sombreriten (Phosphorsäure, Kalk und Thonerde von der Insel Sombrero) oder von Rondondophosphat (Thonerde, Phosphorsäure, etwas Eisen aus Westindien) in Gebrauch.

Für das Entkalken des Zuckers in Zuckerfabriken ist ihr hoher Preis noch hinderlich: zum Ersatz der Borsäure in der Thonwaarenindustrie, zum Kuhkothbade in der Färberei und zur Zeugdruckerei, zum Weisssieden der Nadeln in Nadelfabriken, zur Erzeugung einer schönen Patina auf Messing, Bronze, Zink u. s. w. empfiehlt sie sich sehr.

Zum Präcipitiren von suspendirten oder gelösten Stickstoffverbindungen in Cloakenflüssigkeiten u. s. w. kann man Kieselflusssäure, Fluorsilicium, Chlorsilicium u. s. w. benutzen. Man nennt das Präcipitat, das aus der Siliciumverbindung und den stickstoffhaltigen Körpern besteht, Silicoïd und verwendet es zur Darstellung von Ammoniumsalzen.[4])

---

*) Die gewöhnliche Darstellung von Fluorsilicium s. S. 69.

Glasindustrie.

Das Glas stellt durch Schmelzen erhaltene Silicate, d. h. Verbindungen der Kieselsäure mit verschiedenen Basen dar. Bisweilen wird die Kieselsäure auch durch Borsäure vertreten.

Die **wichtigsten Rohmaterialien** sind folgende: 1) **Kieselerde** in Form von Quarz, Sand, Feuerstein und namentlich Infusorienerde. Da der Sand eisenfrei sein muss, so wird das Eisen durch Digestion mit wässriger Salzsäure als Eisenchlorür $FaCl_2 + 4H_2O$ aus demselben entfernt. Je feiner das Glas werden soll, mit desto grösserer Sorgfalt muss der Sand oder die Infusorienerde präparirt werden; es gehört dazu das Ausglühen, um das Mahlen und spätere Schmelzen zu erleichtern. Das Glühen geschieht in langen Gewölben, wobei die Arbeiter der Hitze und dem Staube ausgesetzt sind, der durch das häufige Umschaufeln entsteht; diese Beschäftigung ist eine der ungesundesten bei der ganzen Glasfabrication und sollte einer strengen Beaufsichtigung unterliegen, um den Arbeitern mehr Schutz als bisher zu gewähren.

2) **Kali** kommt in Form von Pottasche und **Natron** hauptsächlich als Natriumsulfat zur Verwendung.

3) Der **Kalk** muss für feine Gläser eisenfrei sein; man benutzt den gepochten Kalkstein oder geschlemmte Kreide. Ein gewöhnlicher Glassatz besteht aus Sand, Kalkstein, Natriumsulfat und Kohle; indem letztere die Schwefelsäure zu schwefliger Säure reducirt, verwandelt sie sich in Kohlenoxyd, das entstandene Natriumsulfit wird durch die Kieselsäure zersetzt und schweflige Säure entweicht. Da das rohe Natriumsulfat meist Kochsalz enthält, entwickelt sich auch Chlorwasserstoffsäure. Alle diese Gase gehen mit den Feuerungsgasen ab, belästigen deshalb die Arbeiter nicht, können aber die Vegetation, namentlich zur Blüthezeit, schädigen; die Lage der Glashütten ist daher bei der Ertheilung von Concessionen wohl zu erwägen, um spätern Klagen der Anwohner vorzubeugen.

4) **Mennige** Pb_3O_4 stellt die Bleioxyd-Silicate dar, wird schwieriger als Bleiglätte zu metallischem Blei reducirt und deshalb dieser vorgezogen; das Glas erhält durch Blei ein hohes spec. Gew. und ein höheres Lichtbrechungsvermögen (Krystallglas, Flintglas).

5) **Zink** kommt als **Zinkweiss** und **Wismuth** als **Wismuthoxyd** oder **Bism. subnitr.** zur Anwendung.

Auf die Mischung der Rohmaterialien legte man früher wenig Werth; in neuerer Zeit sorgt man mehr für ein Feinmahlen und Pulverisiren; jeder einzelne Bestandtheil wird auf einer Mühle gemahlen. Beim Mahlen sollte stets eine Anfeuchtung durch Wasser stattfinden, während beim Sieben jedenfalls geschlossene Apparate erforderlich sind. Beim Mischen entsteht aber wiederum ein grosser Staub, dessen gefährliche Einwirkung wegen seines Gehaltes an Sand, Quarz u. s. w. niemals zu unterschätzen ist; gewöhnlich wird eine Schaufel voll von jeder einzelnen Substanz auf dem Boden eines hölzernen Kastens oder auf einem aus Steinplatten bestehenden Fussboden ausgebreitet und die zur Schmelzung erforderliche Masse auf diese Weise zu einem Haufen vereinigt, den man durch Umschaufeln sorgfältig vermischt. Das Gemenge gelangt dann behufs inniger Mischung in einen Mischapparat, der aus einem hölzernen Kasten besteht, in welchem eine hölzerne, mit Pflöcken versehene Walze bewegt wird; zum Einschütten benutzt man einen Holztrichter, während durch Oeffnen einer Klappe am Boden des Kastens das Mahlgut direct in ein transportables Gefäss fällt, an dessen Stelle zur Verminderung des Staubes ein Füllkasten mit verschiebbarem Deckel vorzuziehen ist (s. S. 162).

Als **Entfärbungsmittel** dient 1) der Braunstein in kleinen Mengen; in grössern bildet er ein Mangansilicat, das violett färbt; kommt aber dann das grün färbende Eisenoxydulsilicat (im Sande) hinzu, so heben sich Grün und Violett als Complementärfarben; auch Nickel-, Antimon- oder Zinkoxyd werden benutzt.

2) Die arsenige Säure kommt gegenwärtig seltner, aber immer dann zur Anwendung, wenn die Glasmasse vollkommen geschmolzen ist, in welche man ein Stück dieser Säure bis auf den Boden des Hafens mittels einer eisernen Stange hinabdrückt;

sie wirkt auf die Kohle und das Eisenoxydul oxydirend ein, während sie zu Arsen reducirt wird und sich als Metall verflüchtigt:

$$As_2O_3 + 3C = 2As + 3CO,$$
$$As_2O_3 + 6FeO = 2As + 3Fe_2O_3.$$

Arsenige Säure und Kobalt werden nur in einigen Fabriken in grössern Quantitäten beim Hohl- und Tafelglas verwendet, wenn aus demselben Uhr- und Brillengläser dargestellt werden. Beim Verbrauch von Arsen sind wie bei den oben genannten Gemengen mehr die Nachbarn als die Arbeiter zu berücksichtigen, da sich Arsen mit den Feuerungsgasen verflüchtigt. In der Nähe der Fabriken bemerkt man oft weniger die Einwirkung auf die Vegetation als in einiger Entfernung davon, obgleich auch namentlich vom Arsen ein Theil im Russ der Schornsteine zurückbleibt; beim Reinigen derselben ist daher auch auf diese arsenikalische Beimischung zu achten, wenn keine Flugstaubkammern verwendet worden sind (s. S. 203). Diese oder ähnliche Vorrichtungen sollten aber bei einer reichlichen Verwendung der arsenigen Säure nie ausser Acht gelassen werden.[5])

3) Der Salpeter (Chilisalpeter) wirkt wie arsenige Säure; ebenso der Barytsalpeter.

4) Mennige wirkt durch Abgabe des Sauerstoffs, welcher vorhandene organische Substanzen verbrennt, als Entfärbungsmittel.

Das **Schmelzen des Glassatzes** geschieht in den sogen Hafen, welche auf der Glashütte aus schwer schmelzbarem Thon und gepulverten Chamottesteinen fabricirt werden. Hierbei entstehen dieselben Nachtheile wie in den Porcellanfabriken, da der beim Zerkleinern der Chamottemasse entstehende Staub seine nachtheilige Wirkung auf die Respirationsorgane der Arbeiter geltend macht (s. Porcellanfabrik).

Die geformten Hafen werden getrocknet, gebrannt und glasirt. Die Form der Hafen ist verschieden; cylindrisch ist sie bei der Holz- und Gasfeuerung, haubenförmig bei der Steinkohlenfeuerung und bei der Fabrication des bleihaltigen Glases.

Die **Schmelz- oder Werköfen** sind in der Regel stehende Flammenöfen: der viereckige oder runde Schmelzraum ist überwölbt und liegt oberhalb des Feuerraums; die Hafen stehen auf der sogen. Bank und werden durch die Flamme erhitzt. Nebenöfen, die um den Hauptofen gruppirt sind, dienen zum Vorwärmen, Trocknen, Abkühlen der fertigen Waaren u. s. w.

Der *Siemens*'sche continuirlich wirkende Wannenofen mit Regenerativfeuerung scheint rasch Eingang zu finden und alle andern Oefen nach und nach zu verdrängen: dieser Ofen wirkt so kräftig, dass selbst bleihaltiges Glas in demselben geschmolzen werden kann.

Die verschiedenen Glasarten. Man unterscheidet 1) **bleifreies Glas**, zu dem das grüne Flaschenglas, das halbweisse oder weisse Hohlglas (für hohle Gefässe), das Krystallglas, das Tafelglas (Fensterglas, Spiegelglas) u. s. w. gehören; die Materialien bestehen gewöhnlich aus Sand, Soda und Calciumcarbonat und zwar entweder in rohem oder in gereinigtem Zustande, je nachdem man ein ordinäres oder sehr weisses Glas darstellen will; 2) **bleihaltiges Glas** (Krystall- und Flintglas, Kronglas*, Strass, Email);[6]) 3) **gefärbte Gläser.**[7])

In sanitärer Beziehung ist stets das Hauptgewicht auf Mischung, Zerkleinern u. s. w. der verschiedenen Bestandtheile zu legen, unter denen der Kieselerdestaub stets eine die Gesundheit gefährdende Stellung einnimmt. Das Vermischen der bleihaltigen Ingredienzen (Mennige, Bleiglätte) sollte ganz besonders nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden, um Bleiintoxicationen der Arbeiter zu verhüten; wenn diese die sogen. Glassätze in hölzernen Kasten zum Ofen bringen und mit eisernen Schaufeln eintragen, so sollten sie mit Strenge angehalten werden, Mund und Nase zu verbinden, da bei diesen Manipulationen Staubbildung nie völlig zu vermeiden ist. Bedenkt man, dass das

*) In England nennt man auch das Mondglas Kronglas; Mondglas ist aber Fensterglas, welches nur wegen seiner Form diesen Namen erhalten hat und einer besondern mechanischen Manipulation zu seiner Darstellung bedarf. In dieselbe Kategorie gehört auch das Walzenglas: durch Aufschneiden eines gläsernen Cylinders oder einer Walze und das Strecken der geöffneten Walze stellt man eine Glastafel dar; deshalb heisst es auch Tafelglas.

Flintglas zum Drittel seines Gewichts aus Bleioxyd besteht und zu optischem Glase nach Bontemps ein Glassatz von je 100 Th. weissen Sandes und Mennige und nur 30 Th. calcinirter Soda genommen wird, so geht hieraus die Gefährlichkeit des Staubes hinreichend hervor. Beim Schmelzen des Bleiglases entstehen stets Bleidämpfe.

Die haubenförmigen Oeffnungen der Hafen schliessen sich an die Arbeitslöcher an; ein einzelner Hafen steht auf einer hohen Bank und ist rings vom Feuer umgeben, das auf zweiseitlichen Rosten brennt, zu denen mehrere kurze Schornsteine gehören, aus denen häufig die Flammen herausschlagen. Die Beschickung erfolgt in einzelnen Sätzen und die Oeffnungen werden erst beim Aufhören der Gasentwicklung geschlossen. In der Regel münden die Schornsteine unter einem Mantel, der aber zur Condensation der massenhaft auftretenden Dämpfe wenig geeignet ist; nothwendig müsste der Blechmantel mit einer Flugstaubkammer oder mit langen, in den Fabrikschornstein mündenden Canälen in Verbindung stehen, um die Ausbreitung dieser Dämpfe in die nächste Umgebung zu verhüten, während vor der Arbeitsöffnung ein Fang die hier austretenden Dämpfe unter den Blechmantel führen und die Arbeiter schützen würde.

Der **Strass** ist ein bleireiches Kaliumsilicat und dient zur Darstellung der künstlichen Edelsteine, indem man ihn mit färbenden Metalloxyden zusammenbringt. So erfordert z. B. der Smaragd einen Zusatz von Kupferoxyd und Chromoxyd, Saphir einen Zusatz von Smalte u. s. w. Auch hier ist das Pulverisiren der verschiedenen Metalloxyde in sanitärer Beziehung zu würdigen.

Email ist eine durch Zinnoxyd undurchsichtig gemachte Glasmasse*). Nachdem eine Legirung von Blei und Zinn geglüht, pulverisirt und geschlämmt worden, wird das gebildete zinnsaure Blei mit einer Glasmasse gefrittet, d. h. bis zur angehenden Schmelzung erhitzt (s. Eisernes Kochgeschirr).

Das **Färben der Gläser** geschieht selten in der ganzen Masse, weil sie dadurch meist undurchsichtig werden.

Ueberfangen des Glases nennt man ein Ueberziehen des farblosen Glases mit einer dünnen Schicht des gefärbten Glases und zwar entweder nur von aussen oder zwischen zwei Schichten.

Für ächtes Rubinglas wird Goldpurpur, für Gelb werden Antimonglas, Chlorsilber und Uranoxyd, für Blau Kobaltoxyd, Manganoxyd, für Schwarz Eisenoxydul oder ein Gemenge von Kupferoxyd, Braunstein und Kobaltoxydul genommen.

Bei der **Glasmalerei** trägt man gefärbte Glasflüsse in fein zerriebenem Zustande auf eine Glasfläche auf und schmilzt sie bei mässiger Hitze ein. Da die Metalloxyde sowohl als die Glasflüsse höchst fein pulverisirt werden müssen, so darf diese Manipulation wegen des gefährlichen Staubes nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden.[8])

Glasperlen. Die Venetianer Perlen werden aus Emailglas dargestellt; die hohlen oder geblasenen Perlen überzieht man inwendig mit der Perlenessenz, die aus den Schuppen des Weissfisches (Cyprinus alburnus) bereitet wird; die massenhafte Anhäufung von Fischen (ca. 20,000 Fische sind zu 1 Pfund Essenz erforderlich) gibt zu höchst unangenehmen Gerüchen Anlass. Die Schuppen müssen sofort mit Kalk versetzt werden, um sie als Dungmittel zu benutzen.[9])

Sanitäre Verhältnisse der Glasarbeiter.

Unter den Manipulationen dieses Berufes gehört das Glasblasen zu den anstrengendsten und ungesundesten Arbeiten. Die strahlende Hitze und die profusen Schweisse einerseits, die luftigen und zugigen Räume andrerseits bedingen Extreme, unter deren Einfluss auch der kräftigste Körper sich erschöpfen muss; kommt dazu noch die Anstrengung des Blasens mit der „Pfeife" und das Schwingen des Glases auf der Schwinggrube, so vereinigen sich so viele die ganze Kraft des Körpers in Anspruch nehmende Momente, wie sie kaum in einer andern gewerblichen Thätigkeit vorkommen. Hier können nur kräftige Ernährung, mässige Arbeitszeit, Pflege des Körpers durch Bäder und Vermeiden aller

*) Auch arsenige Säure, Chlorsilber, namentlich Calciumphosphat und Blanc fixe, machen das Glas undurchsichtig.

Excesse die Gesundheit erhalten; dabei muss namentlich für sehr geräumige, aber möglichst zugfreie Arbeitsräume vor den Glasöfen gesorgt werden.

Beim Giessen des Glases zu Spiegelplatten sind es vorzugsweise die strahlende Hitze und die körperliche Anstrengung, welche nachtheilig einwirken; nachdem die flüssige Masse in den grossen Schmelzhafen tüchtig umgerührt, auch die „Galle" (die auf der Oberfläche sich ausscheidenden Theile von Natriumsulfat) abgeschöpft worden ist, wird das flüssige Glas in kleine Hafen, sog. Wannen, umgefüllt und in diesen zum Giesstische gefahren*).

Zum Schleifen und Poliren wird gepochter Feuerstein und Colcothar (Englisch-Roth, s. Eisen) unter Zusatz von Wasser gebraucht. Der Schleifschlamm enthält eine Menge Glaspartikelchen, da durch das Schleifen die Glastafeln beinahe um die Hälfte verdünnt werden. Auch beim Schleifen des Krystallglases, der Uhren- und Brillengläser wird das Schleifpulver mit Wasser befeuchtet, so dass hierbei kein Staub nachtheilig einwirken kann. Die Uhrengläser werden aus Hohlglas, die Brillengläser aus Tafelglas meist mit Maschinen ausgeschnitten; die Glasstaubbildung ist so unbedeutend, dass hierbei noch kein Nachtheil nachgewiesen worden ist.

Wiederholt sind aber hier die verschiedenen Staubarten, die beim Pulverisiren und Mischen der Rohmaterialien entstehen, als die grössten sanitären Nachtheile hervorzuheben; ihre Verhütung muss die beständige Aufgabe der öffentlichen Hygiene und das unermüdliche Bestreben der Techniker bleiben.

Wasserglas.

Das **Wasserglas** is ein Alkalisilicat, das in Wasser löslich ist und an der Luft nicht zerfliesst. In der Industrie ist es ein Schutzmittel gegen Feuersgefahr, wenn Gegenstände aus Holz, Leinwand u. s. w. damit überzogen werden; auch schützt es das Holz gegen Schwamm und Würmerfrass.

Zu seiner **Darstellung** werden Quarzsand, Kohle und Pottasche (Kaliwasserglas) oder Natron (Natronwasserglas) zunächst fein gepulvert und ist hierbei der gefährliche Staub grade wie in der Glasindustrie zu beachten. Das Gemenge wird geschmolzen und abermals gepulvert, worauf das Kochen in Wasser folgt. Die Lösung heisst präparirtes Wasserglas und kommt im Handel als 33—36grädig vor, wenn in 100 G. Th. Wasser 33—36 G. Th. festen Wasserglases enthalten sind: sie kann mit Thon, Kreide, Knochenerde, Glaspulver, Flussspath u. s. w. versetzt werden und erhält dadurch verschiedene Eigenschaften (s. Schmierseife).[10])

Zinn, Sn.

Zinn kommt im Sande der Flüsse (Cornwallis, auf Malacca, Insel Banca) als Zinnstein SnO_2 oder seltner als Zinnkies mit Sauerstoff und Schwefel auf Gängen vor.

Zinn ist weich, hämmerbar und sehr dehnbar (Zinnfolie, Stanniol); bei 200° ist es spröde und lässt sich pulvern, bei 280° schmilzt es, ohne flüchtig zu sein; heisse Salzsäure löst das Metall unter Entwicklung von Wasserstoff, Aetzalkalien lösen es unter Bildung von Zinnoxyd resp. Zinnsäure auf.

*) Künftig werden gewiss die *Siemens*'schen Wannenöfen diese Arbeit erleichtern.

Gewinnung des Metalls. Vorzugsweise wird der Zinnstein verhüttet; 1) die Gangart wird durch **Schlämmen** von den Erzstücken befreit; der sich in den Abfallwässern niederschlagende zinnsteinhaltige Schlamm (Schlich) wird oft mit Bleiglanzschlich vermengt, um ihn als Glasurgut in den Fayencefabriken zu verwenden; 2) das **Rösten** bezweckt die Entfernung des Schwefels und Arsens, wenn die Erze Schwefelverbindungen von Eisen und Kupfer (Kiese) enthalten, sowie die Ueberführung dieser Metalle in Oxyde. Mag dieser Process in Schachtöfen (Sachsen, Böhmen) oder in Flammenöfen (England) vor sich gehen, stets müssen Gestübbekammern und Canäle zwischen diesen und dem Hauptkamin angelegt werden, um die Condensation der giftigen Gase und Dämpfe zu bewirken; was sich hier condensirt und niederschlägt (Gekrätz, Geschur), besteht meist aus arseniger Säure, Wismuthoxyd, Zinnoxyd, Quecksilber, Zink und Blei.

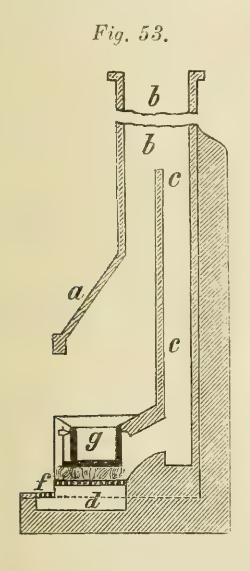
3) Die **Reduction des Zinnsteins** durch Schmelzen mit Kohle geschieht in modificirten Schachtöfen (Tiegel-, Sumpf-, Spuröfen) unter Mithülfe eines Gebläses; das reducirte Metall fliesst mit den Schlacken zuerst in den Vorherd, wo das Metall von den Schlacken getrennt wird, und dann nach einem tiefer gelegenen Theil des Herdes, in den Stichherd, um es hier als Rohmetall abzustechen. Es treten hier noch dieselben Dämpfe wie beim Rösten auf; die Oefen müssen deshalb überkuppelt werden, um die Condensation derselben bewirken zu können.

4) Das **Reinigen** und **Pauschen** ist ein Umschmelzen des Metalls und beruht auf einer Saigerung des geschmolzenen Metalls durch eine glühende Kohlenschicht, um die beigemengten Metalle zu entfernen, die sich als Härtlinge oder Saigerkörner (Legirungen von Eisen, Zinn, Arsen, Kupfer und namentlich Wolfram) absetzen.

Zinnindustrie.

In grossartigem Massstabe wird das Zinn zum Verzinnen der Eisenbleche benutzt (s. S. 288).

Fig. 53.



Man taucht hierbei 1) die Bleche in verdünnte Salz- oder Schwefelsäure in einem offnen Schuppen unter einem Rauchfange und bringt sie in Reverberiröfen, um durch Einwirkung der Säure die Oxydschuppen zu beseitigen. Der grösste Theil der hierbei auftretenden schädlichen Gase (Kohlen-, Schwefel-, Arsenwasserstoff) entweicht mit den Verbrennungsgasen durch den Schlot. Nach dem Abscheuern der Bleche mit Sand oder Drahtbürsten taucht man sie 2) mehrmals in geschmolzenen Talg, dann in geschmolzenes, mit Talg bedecktes Zinn und schliesslich in ein Bad von reinem, geschmolzenem Zinn. In Folge der bedeutenden Erhitzung bilden sich viele belästigende Acroleïndämpfe; die Schmelzkessel müssen daher unter einem gut ziehenden Schlot stehen.

Eine hierzu passende Einrichtung hat *D'Arcet* angegeben (Fig. 53), die sich überall empfiehlt, wenn es sich um eine rasche Entfernung schädlicher Gase aus dem Fabrikraum handelt. Der Vortheil besteht darin, dass der Schornsteinmantel (*a*) nach vorn recht tief herabtritt und der für die Feuerung bestimmte Schornstein (*c*) sich mit der gemeinschaftlichen Esse (*b*) vereinigt. Das Gitterwerk (*f*) des Aschenkastens (*d*) liegt im Niveau des Fussbodens; *g* ist der Schmelzkessel.

Das Verzinnen der Stecknadeln und ähnlicher messingener Gegenstände geschieht durch Kochen in einem verzinnten Kessel mittels Zinnkörner und einer Auflösung von Cremor Tartari.

Zum Verzinnen der Ess- und Kochgeschirre bedarf man eines möglichst reinen Zinns; diesem in sanitärer Beziehung höchst wichtigen Umstande wird viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, namentlich in den Staaten, die keine gesetzlichen Bestimmungen über den zulässigen Zusatz von Blei zu Zinn bei Legirungen erlassen haben.

Die Anfertigung der **Legirungen von Zinn und Blei** für öffentliche Masse, Ess- und Trinkgeschirre, hat Frankreich durch das Gesetz vom 10. Juni 1839 ge-

regelt und den Gehalt an Zinn bei der Fabrication der Legirungen auf 0,835 festgesetzt, den Fabricanten jedoch eine gewisse Toleranz von 0,015 bei der Anfertigung gestattet, weil beim Schmelzen und Ablassen der Metalle ein Theil des leichter schmelzbaren Zinns heraussaigern und dadurch das ursprünglich gewählte Verhältniss der Metalle leicht verändert werden kann, so dass das für die Anfertigung der Zinnmasse bestimmte Metall nicht weniger als 0,82 reines Zinn und nicht mehr als 0,18 Blei enthalten soll:[2]) hingegen beschränkte die Stadt Paris durch eine Polizei-Verordnung vom 23. Februar 1853 den zulässigen Bleigehalt auf 10%.

Oesterreich gestattet auch nur $^1/_{10}$ Blei (10 Th. Blei und 100 Th. Zinn): in Sachsen war dies seit dem 17. Jahrhundert der Fall, es hat aber durch Verordnung vom 25. Aug. 1874 den von der Kaiserl. Normal-Eichungs-Commission festgesetzten Satz von $^5/_6$ Zinn (83,3%) und $^1/_6$ Blei (16,7%) adoptirt. Die gesetzliche Regelung dieses Gegenstandes für das Deutsche Reich ist aber im Hinblick auf die grosse Gefahr, die aus der Willkür bei der Anfertigung der Zinnlegirung erwächst, dringend zu erwarten, nachdem sich die §§ 324 u. 326 des Strafgesetzbuches als völlig unwirksam erwiesen haben: übrigens entsprechen sie auch den Grundsätzen der öffentlichen Gesundheitspflege nicht, nach denen man nicht erst den Schaden abwarten, sondern demselben vorbeugen soll.[3])

Ganz reines Zinn kommt freilich im Handel selten vor, am reinsten ist noch das Banco- oder Blockzinn; man hat aber auch in dieser Beziehung eine gewisse Toleranz geübt und ein Zinn, welches 1—2 Th. fremder Metalle auf 100 Th. enthält, noch für zulässig erklärt. In Deutschland herrscht auch bei den bessern Zinngiessern in dieser Beziehung viel Willkür; Engelzinn mit 84% Zinn wird nur ausnahmsweise benutzt, Kronzinn (70%) wird in der Regel schon für gut bezeichnet, während aus Spiegelzinn (Zinn und Blei zu gleichen Theilen) vielfältig die gewöhnlichen Kaffee- und Esslöffel angefertigt werden.

Compositionsmetall, englisches Metall, heisst eine Legirung von Zinn mit wenig Kupfer, Antimon und Wismuth; auch **Britannia-Metall** besteht häufig aus Zinn, Antimon und etwas Kupfer. In Lüdenscheid wählt man hierzu 90% Zinn und 10% einer Mischung von Kupfer und Antimon. Alle diese Legirungen werden sehr häufig zur Fabrication von Theekannen, Löffeln und den verschiedensten Geräthschaften benutzt. In frühern Zeiten gebrauchte man in England niemals Blei zum Härten des Zinns, sondern stets Wismuth: wegen seines grössern Preises trat es aber in den Hintergrund und wurde dann Zinn mit Antimon und andern Metallen legirt. Gegenwärtig trifft man englisches Metall an, welches ebenfalls Zusätze von Blei neben Kupfer und Antimon enthält, so dass dasselbe jedenfalls nicht mit Säuren in Berührung kommen darf.

Auch in Deutschland ist Antimon wegen seines billigen Preises mit Zinn legirt worden; es kommen aber auch Löffel vor, welche gar kein Zinn enthalten, sondern nur aus 20 Th. Antimon und 80 Th. Blei oder 30 Th. Antimon und 70 Th. Blei bestehen. Ein solches Fabricat gibt sich schon durch eine bedeutendere Schwere, grössere Biegsamkeit ohne Knirschen, dunklere Farbe und ein Abfärben auf Papier zu erkennen; ein paar Tropfen Essig mit demselben in Berührung gebracht, nehmen bald einen süssen und zusammenziehenden Geschmack an.

Um billige Fabricate zu liefern, hat man auch altes Schriftmetall mit alten zinnernen Geräthen legirt, so dass gegenwärtig die bedenklichste Willkür bei dieser Fabrication herrscht. Die Gefahr ist um so grösser, weil die schädlichen Legirungen in den wenigsten Fällen sofort ihre Wirkung auf die Gesundheit der Menschen entfalten, sondern das Gift im Organismus erst allmählig aufspeichern.

Sehr nachtheilige Folgen kann eine schlechte Legirung auch bei den Kinderspielzeugen haben, da bei diesen ein Gehalt von 50 Th. Blei auf 50 Th. Zinn gar nicht zu den Seltenheiten gehört. Auch der zum Einpacken von Nahrungs- und Genussmitteln zur Anwendung kommende Stanniol enthält nicht selten 60—80% Blei (s. Blei).

Früher war man der Ansicht, dass Zinn in der Legirung mit Blei vor der Oxydation geschützt bleibe; *Proust* und *Vauquelin* glaubten sogar noch, dass Weinessig Blei in einer Legirung von 17-18% Bleigehalt nicht angreife. Es ist aber ausser Frage gestellt, dass sich bei Einwirkung von Säuren auf Zinnlegirungen sowohl Zinn als Blei auflösen; besonders hat *Pleischl*[4]) experimentell festgestellt, dass mit der Zunahme von Blei in solchen Legirungen auch mehr Blei aufgelöst wird, wenn Essig auf dieselben einwirkt.

Andere Untersuchungen haben ergeben, dass nach der 24stündigen Einwirkung des stärksten im Handel vorkommenden Essigs auf die metallische Wandfläche eines ½-Liter-Masses bei einem Gehalte desselben an

91,3%	Zinn und	8,7%	Blei ein Quantum von	39	Mgrm. Zinn und	3	Mgrm. Blei,
85,5%	„ „	14,5%	„ „ „ „	40	„ „ „	6	„ „
81,6%	„ „	18,4%	„ „ „ „	44	„ „ „	10	„ „
77,6%	„ „	22,3%	„ „ „ „	41	„ „ „	10	„ „
73,4%	„ „	22,6%	„ „ „ „	38	„ „ „	12	„ „

aufgelöst wird (s. Circ. 24 der Normal-Eichungs-Commission vom 30. Juni 1873).

Aus dieser exacten Analyse ergibt sich, dass ein Gehalt von $^1/_{10}$ Blei für Zinnlegirungen den Vorzug verdient und auch der Fabrication derselben kein Hinderniss entgegenstellt.[5])

Die Benutzung der Zinngeräthe für die Aufbewahrung und Bereitung von Genuss- und Nahrungsmitteln erfordert die sorgfältigste Ueberwachung derselben Seitens der Polizeibehörde. So hat *Reichelt*[6]) über die Einwirkung von Kochsalz auf Zinnlegirungen ausführliche Analysen angestellt und gefunden, dass, wenn z. B. eine gewöhnliche Kochsalzlösung in einem zinnernen Gefässe nur 1 Stunde lang stehen gelassen wird, die Analyse 0,311% Blei = 0,420% Bleichlorür ergab. In den Zinnmassen findet am leichtesten in den kleinen Spalten und Rissen eine Oxydation von Blei statt, wenn sie mit Essig in Berührung kommen; in Frankreich ist deshalb den Spezereihändlern verboten worden, Zinnmasse zum Vermessen von Essig zu verwenden.

Die in ihrer Aetiologie lange dunkel gebliebene „**Colique sèche**", die am häufigsten auf Schiffen vorkommt, kann in den meisten Fällen auf das Trinkwasser geschoben werden, das in Gefässen von bleihaltiger Zinnlegirung destillirt worden ist; über die Ursache dieser Krankheit kann nicht der geringste Zweifel herrschen, wenn zu den Kolikanfällen schliesslich die Lähmung der Streckmuskeln des Vorderarms hinzutritt[7]).

Kohlensäurehaltiges Wasser kann sehr leicht bleihaltig werden, wenn die Röhren oder Stöpsel der Siphons aus einer schlechten Zinnlegirung bestehen. Als vor mehreren Jahren Legirungen von Blei und Zinn als patentirtes Surrogat der Korke für Weinflaschen, Gefässe u. s. w in den Handel kamen, fanden sich häufig die weinigen Flüssigkeiten, eingemachte Früchte u. s. w. bleihaltig.

Bei der Anfertigung der Zinnmasse und Zinngeschirre gibt man bei einer geregelten Fabrication den Gehalt an Zinn an und nennt diese Legirungen 2-, 3-, 4- oder 5pfündiges Zinn, d. h. werden gleiche Theile von Zinn und Blei zusammengeschmolzen, so heisst die Legirung 2pfündiges Zinn, 3pfündig bei 2 Pfd. Zinn und 1 Pfd. Blei und 6pfündig bei 5 Pfd. Zinn und 1 Pfd. Blei: letztere Legirung ist das 3stemplige Zinn; aus 32 Pfd. Zinn und 1 Pfd. Blei besteht das 4stemplige Zinn.

Zum Verzinnen von neuen messingenen oder kupfernen Geschirren benutzt man nur in den bessern Werkstätten 6—7pfündiges Zinn: die meisten Klempner bedienen sich bei der Wiederherstellung abgenutzter Verzinnungen sogar des Schnellloths (Zinn- oder Weissloths), das aus einer Legirung von 1,5—2 Th. Blei und 1 Th. Zinn besteht*). Dass eine schlechte Verzinnung viel häufiger, als man vermuthet, Bleiintoxicationen zu erzeugen vermag, ist nicht im Geringsten zu bezweifeln, da Blei überall, wo es mit sauren oder salzigen Speisen zusammenkommt, aufgenommen wird.[8])

Unächtes Blattsilber besteht aus Zinn und Zink und wird vielfältig zum Verpacken von Genuss- und Nahrungsmitteln benutzt: kommt dasselbe mit Kochsalz zusammen, so wird sich stets Chlorzink bilden, so dass auf vielfältige Weise Gesundheitsstörungen hierdurch veranlasst werden können.

Musivgold, Zinnsulfid SnS_2, **Zinnbronze,** wird im Grossen dargestellt, indem man ein aus 12 Th. Zinn und 6 Th. Quecksilber bestehendes Amalgam pulverisirt und mit 6 Th. Salmiak und 6 Th. Schwefel innig mischt: man erhitzt die Mischung in einem langhalsigen Kolben bis zur Rothgluth. Das Verfahren verdient in sanitärer Beziehung die grösste Beachtung, da sich die gefährlichsten Dämpfe hierbei entwickeln.

Die Sublimation darf niemals offen in Laboratorien, sondern nur unter gut ziehenden Rauchfängen vorgenommen werden; besser ist es jedoch, sämmtliche Kolben in ein gemeinschaftliches weites Glasrohr münden zu lassen, welches wenigstens 5—6 Fuss lang, etwas abgeneigt ist und in eine grosse Woulf'sche Flasche einmündet; letztere setzt man noch mittels eines besondern Rohrs mit einem gut ziehenden Kamin in Verbindung. Es werden hierbei Dämpfe von Schwefelquecksilber (Zinnober), metallischem Quecksilber, namentlich von sublimathaltigem Calomel, von Zinnchlorür und Zinnchlorid verdichtet. Die gewonnene Masse kann auf Sublimat verarbeitet und das Zinn später durch Mercurius vivus ausgefällt werden.

Man **verwendet** das Musivgold zur unächten Vergoldung auf Holz, Pappe, Papiermaché, Messing, Kupfer, Gips, wobei es mit Eiweiss aufgetragen wird; das Ganze erhält schliesslich einen Ueberzug von durchsichtigem Lack.

In der neuern Zeit haben die Bronzepulver resp. Bronzefarben dem Musivgolde grosse Concurrenz gemacht; das Musivgold besitzt aber den grossen Vortheil, dass

---

*) Das gewöhnliche Loth (Strengloth) für schwer schmelzbare Metalle, Weissblech u. s. w. besteht aus gleichen Theilen Blei und Zinn; es ist Regel, dass die zum Löthen zu verwendenden Legirungen einen niedrigern Schmelzpunct haben als die Metalle, welche verbunden werden sollen; alle Lothe haben daher ein sanitäres Interesse.

es weder von concentrirter Salz- noch Schwefelsäure aufgelöst wird; es ist daher noch nicht ganz zu entbehren.

Zinnchlorür (Stannochlorür) $SnCl_2$, Stannum chloratum, wird durch Auflösen von Zinn in Salzsäure dargestellt; durch den atmosphärischen Sauerstoff verwandelt es sich in **Zinnoxychlorid** $SnCl_4 + SnO$. Es wirkt deshalb auch als Reductionsmittel und dient als solches in den Färbereien, für welche es im Grossen dargestellt wird: es heisst dann **Zinnsalz.** Auch zur Präparation von Lackfarben ist es vielfältig in Gebrauch.

Zinnchlorid (Stannichlorid) $SnCl_4$, Spiritus fumans Libavii, entsteht als wasserhelle, an der Luft rauchende Flüssigkeit durch Ueberleiten von Chlor über erwärmtes Zinn oder Zinnchlorür; durch Vermischen mit einem Dritttheil seines Gewichts Wasser erstarrt es zu einer krystallinischen Masse (Butyrum stanni).

Dieses wasserhaltige Zinnchlorid bildet mit Chlorammonium das sogen. **Pinksalz** (vom englischen Worte Pink [Nelke] herrührend) $SnCl_4 + 2NH_4Cl$, welches an der Luft nicht veränderlich und daher handlicher ist; es dient in der Färberei als Beizmittel.

Das reine Zinnchlorid wird in Anilinfabriken benutzt. Zur Darstellung des rothen Saffians werden die vorbereiteten Felle in eine Beize gelegt, welche aus Zinnchlorid, Alaun und Weinstein oder auch aus Zinnsalzen besteht.

Als **Physik, Composition,** kommt das sog. salpetersaure Zinn in den Färbereien vor, welches durch Auflösen von Zinn in Königswasser bereitet wird und Zinnchlorid neben Zinnchlorür enthält.

Zinnsaures Natrium, Natriumstannat Na_2SnO_3 ist als sogen. **Präparirsalz** in der Kattundruckerei bekannt.

Bei der **Goldleisten-** und **Goldrahmenfabrication** gebraucht man **Zinnfolien** und **Goldfirniss**, der aus einer spirituösen Auflösung von Schellack, Mastix, Sandarach, Gummigutt, Curcuma, Alkanna und Drachenblut besteht. Da das Holz vorher mit einer Leimlösung getränkt wird, so heisst das Verfahren auch Leimversilberung; nur der gelbe Firniss verleiht der Zinnfolie die Goldfarbe. Die Chinesen benutzen zu Vergoldungen an Möbeln, lackirten Holzarbeiten u. s. w. nur Zinn, das auf diese Weise gefärbt resp. lackirt ist. Man gebraucht in neuerer Zeit auch Anilinfarben, Corallin, Martiusgelb und Pikrinsäure hierzu. Gefärbtes Zinn kommt auch im Handel vor.

Titan, Ti.

Titan kommt als **Titansäureanhydrid** (Anatas, Rutil, Brookit), ferner in Verbindung mit Eisen und Sauerstoff als Titaneisen vor.

Seine wichtigste Verbindung ist die Titansäure $Ti(OH)_4$. Künstlich dargestellt ist es ein weisses Pulver, welches auf den thierischen Organismus keine giftigen Wirkungen ausübt. Eine Taube erhielt davon 0,9 Grm., ohne im Geringsten alterirt zu werden; *C. G. Gmelin* gab einem Hunde 30 Grm., ohne eine Wirkung zu beobachten.[1])

Es ist noch zu erwähnen, dass die metallisch glänzenden, kupferrothen Würfel, welche sich in Hohöfen, in denen titanhaltige Eisenerze verschmolzen werden, finden und zuerst von *Wollaston* beobachtet worden sind, eine Doppelverbindung von Cyantitan und Stickstofftitan Ti_5N_4C darstellen.

Metalle.

Kalium, K.

Kalium kommt nur in Form von Salzen in der Natur vor, namentlich als Chlorid in den Ablagerungen zu Stassfurth und im Meereswasser. Bei gewöhnlicher Temperatur ist das Metall eine wachsweiche Masse mit Metallglanz auf der Schnittfläche.

Seine **Darstellung im Grossen** geschieht durch Reduction eines Gemenges von Kaliumcarbonat mit Kohle, das durch Glühen von Weinstein erhalten und unter Zusatz von Holzkohle in Retorten der Weissgluth ausgesetzt wird; sobald die Reduction beginnt, wird mittels eines Flintenlaufs eine kupferne Vorlage vorgelegt. Eine Verbindung von Kohlenoxyd-Kalium verstopft leicht den Retortenhals; durchstossen nun die Arbeiter mit einem Draht die Verstopfung, so müssen sie sich vor dem leicht bis zum Mündungsrohr stürzenden Kalium schützen und deshalb die Handhabe des Drahts mit einem Pappdeckel schirmartig versehen. Die Vorlage enthält Petroleum zur Aufnahme von Kalium und ist stets mit einem Ableitungsrohr für die auftretenden Dämpfe von Petroleum und Kohlenoxyd-Kalium zu versehen, widrigenfalls die Arbeiter von Erbrechen und Betäubung befallen werden können.

Das rohe Kalium wird noch durch Schmelzen und Pressen unter Petroleum gereinigt und stets unter diesem aufbewahrt.

Unter seinen Verbindungen ist die mit Salpetersäure und Kohlensäure in technischer Beziehung am wichtigsten.

Pottasche.

Die älteste Methode der Darstellung von Pottasche (Kaliumcarbonat) ist die aus der Holzasche; sie findet hauptsächlich in Russland, Schweden und Amerika statt, da dort der Reichthum an Waldungen das Mittel liefert. Man unterscheidet das Einäschern, die Laugerei, Siederei und das Calciniren.

Bei der **Darstellung der Pottasche aus Kalisalzen**, namentlich aus Chlorkalium, bedient man sich desselben Verfahrens wie bei der Sodafabrication. Das Chlorkalium wird durch Schwefelsäure in Kaliumsulfat übergeführt, wobei viel Salzsäure auftritt. Die Reduction des Kaliumsulfats geschieht mittels Kohle und Kreide in Calciniröfen. Beim Auslaugen geht das gebildete Kaliumcarbonat in Lösung über, während der Rückstand aus Schwefelcalcium CaS besteht (s. Sodaprocess).

Die Darstellung der Pottasche aus Schlempekohle s. S. 506, die aus dem Wollschweiss S. 558.

Salpeterindustrie.

Früher vermischte man leicht faulende, stickstoffhaltige Substanzen mit kalk- und kalihaltiger Erde und bildete hieraus pyramidale Haufen; auch begoss man sie häufig mit Mistjauche, Blut u. s. w., um den Fäulnissprocess zu beschleunigen und Ammoniakbildung hervorzurufen (**Salpeterplantagen**). Die Gegen-

wart einer alkalischen Base befördert die weitere Oxydation von Ammoniak zu salpetriger resp. Salpetersäure.

Um die in der Rohlauge enthaltenen salpetersauren Salze des Kalks und der Magnesia in Kaliumnitrat zu verwandeln, setzte man Pottasche (Kaliumcarbonat) oder Chlorkalium hinzu (Brechen der Rohlauge); hierauf folgte das Versieden und Raffiniren der Rohlauge, um die Chlorverbindungen und andere Verunreinigungen auszuscheiden.

Die Salpeterplantagen hatten viele sanitäre Nachtheile im Gefolge und führten Zustände herbei, die man gegenwärtig in sanitärem Interesse so viel als möglich zu vermeiden sucht: sie sind daher auch ganz verdrängt worden, seitdem der **Salpeter** aus **Natriumnitrat (Chilisalpeter)** und dem in den Abraumsalzen von Stassfurt enthaltenen **Chlorkalium** dargestellt wird:

$$NaNO_3 + KCl = KNO_3 + NaCl.$$

Das sich ausscheidende Kochsalz wird durch Krücken aus der Lauge entfernt und zum Abtropfen gebracht.

Die grossartigste **Verwendung** findet der Salpeter in der Pulverfabrication.

Schiesspulver.

Das Schiesspulver ist ein explosives Gemisch von Kohle, Salpeter*) und Schwefel; wahrscheinlich hat man schon Jahrtausende v. Chr. in Hochasien ähnliche Zusammensetzungen gekannt, die Erfindung des Schiesspulvers und seine Benutzung zu Kriegszwecken datirt sich aber erst aus dem 14. Jahrhundert.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Pulversorten und Sprengpulver ist sehr variabel; überall gilt aber als Hauptbedingung, dass der Salpeter frei von Chlorverbindungen und Natriumnitrat sei, um ein Feuchtwerden des Pulvers zu verhüten. Als Schwefel darf nur Stangenschwefel, der frei von schwefliger Säure ist, gewählt werden. Zur Darstellung der Kohle wählt man häufig das Faulbaumholz oder auch Weiden-, Pappel-, Linden- und Kastanienholz; die mittels überhitzter Wasserdämpfe dargestellte Kohle soll sich durch hohe Entzündlichkeit auszeichnen.

Gegenwärtig pulverisirt man die Materialien in einer Operation oder, was vorzuziehen ist, für sich allein auf Stampf- oder Walzmühlen (Kollermühlen) oder in besondern, inwendig mit Leder überzogenen Pulverisirtrommeln. Das Mengen geschieht in Trommeln oder auf Walzmühlen, das Anfeuchten mit Wasser in hölzernen Kasten, das Dichten durch ein Walzwerk oder eine hydraulische Presse.

Zum **Körnen** gebraucht man Siebe (*Lefèvre*'sche Körnmaschine), während das Poliren in Trommeln stattfindet, wobei sich die Körner durch Aneinanderreiben glätten: da durch das Reiben Wärme hervorgerufen wird, so ist diese Procedur nicht gefahrlos. Das **Trocknen** findet an der Luft oder in Trockenräumen durch warme Ofenluft oder Wasserdampf statt. Das **Ausstauben**, d. h. die Entfernung des Pulverstaubes, geschieht in Säcken, die an Flügeln befestigt werden, welche schraubenförmig an einer Welle angebracht sind; bei der Umdrehung der Welle dringt der Staub durch den Sack und wird gegen eine Wand von Leinwand geschleudert, die vor der Maschine aufgestellt ist; man sammelt den Staub, um ihn anderweitig zu verwerthen. Das **Sortiren** bezweckt die Trennung des Pulvers in Geschütz- und Gewehrpulver und das **Mengen** eine möglichst gleichförmige Beschaffenheit des Pulvers.

Das **Verpacken** des Pulvers geschieht in allen deutschen Staatsfabriken in der Weise, dass man es zuerst in Säcke schüttet und diese in die Pulvertonnen hineinsetzt; man bindet die Säcke zu und schlägt die Tonnen mit hölzernen Hämmern zu.

Pulvermühlen müssen selbstverständlich in einsamen Gegenden liegen und möglichst von einem Erdwall umgeben sein; Anzünden von Feuer darf nur in einer Entfernung von 100 Meter und selbst das Rauchen nur in einer Entfernung von 20 Meter stattfinden. Die Arbeiter erhalten eine vorschriftsmässige Bekleidung mit Knöpfen von Holz oder Horn und Schuhe ohne Nägel; selbst in den Taschen darf nichts Metallisches aufbewahrt werden. Der Fabrikraum darf nicht mit Licht betreten werden, auf dem Fussboden und auf den Geräthschaften muss durch Kehren, Abstäuben u. s. w. die grösste Reinlichkeit hergestellt werden. Alle eisernen Geräthschaften sind zu vermeiden; wo Metall nothwendig ist, darf nur Kupfer gewählt werden.

---

*) Versuche, Salpeter durch chlorsaures Kali zu ersetzen, z. B. im weissen Pulver von Augendre, das aus chlorsaurem Kali, Rohrzucker und Blutlaugensalz besteht, haben sich nicht bewährt.

Pulvermagazine werden aus Stein oder besser aus Holz gebaut und mit einem leichten Dache bekleidet; trockne Lage ist Haupterforderniss, nächstdem Umgebung von einem Graben und Erdwalle. Die Telegraphenlinie muss wenigstens 100 Meter davon entfernt liegen; eine in der Nähe gelegene unterirdische Leitung muss mit einem Blitzableiter versehen sein.

Auch Pulvermagazine dürfen nur mit Filzschuhen betreten werden; hat man ausnahmsweise Licht nöthig, so bedient man sich hierzu besonders construirter Laternen.

Beim **Transporte** sind dieselben Vorsichtsmassregeln wie beim Nitroglycerin oder rohen Petroleum nothwendig; fast in jedem Lande bestehen hierüber besondere Vorschriften; in America hat man für den Transport auf Eisenbahnen besondere Wagen von dickem Kesselblech construirt.

Feuerwerkssätze, die sich schwerer entzünden und langsamer abbrennen, dienen meist als Leuchtsätze (Leuchtkugeln), Triebsätze (Raketen) und Brandsätze. Die Grundmengungen bestehen meist aus Schiesspulver oder aus Salpeterschwefel (3 Th. Salpeter und 1 Th. Schwefel) oder aus dem grauen Satz (Salpeterschwefel und Mehlsatz).

Unter **Anfeuerung** versteht man ein Gemenge von Pulver und Spiritus, das zur Herstellung mehrerer Zündvorrichtungen dient; ein mit Anfeuerung imprägnirtes und mit Mehlpulver bestreutes Baumwollzeug stellt z. B. eine Zündschnur dar.

In der Kunst- und Lustfeuerwerkerei erzeugen Zusätze von Salzen die verschiedenen Farben, z. B Strontian Roth, Natronsalpeter Gelb, Barytsalpeter Grün, Kupfercarbonat Blau.

In den Laboratorien müssen dieselben Vorsichtsmassregeln wie in Pulvermühlen gelten; alle eisernen Werkzeuge sind zu vermeiden, nur die Raketenbohrer können aus Stahl oder Eisen angefertigt werden. Kommt chlorsaures Kalium zur Verwendung, so muss der Boden mit wollenen Decken belegt und vor Beginn der Arbeit mit Wasser besprengt werden; alles Verstaubte ist mit der grössten Vorsicht zusammenzukehren. Frisch gebrannte Holzkohle darf zu Feuerwerkssätzen nicht verwendet werden.

Beim Verkaufe ist wie beim Schiesspulver zu verfahren; der Verkäufer darf aber in seinem Hause nur höchstens 20 Pfd. Pulver oder zündbarer Salze in gut verschlossenen Kisten vorräthig halten; Körper, die zur Selbstentzündung geneigt sind, dürfen sich nur kurz vor dem Gebrauche im Laboratorium befinden.

Verbrennungsproducte des Pulvers. Die ersten Untersuchungen hierüber stammen von Gay-Lussac und Chevreuil; dazu kamen die genauern Analysen von Bunsen und Schischkoff[1]), Link[2]) und Károlyi[3]); letzterer suchte die Verschiedenheit der Verbrennungsproducte in der Zusammensetzung des Pulvers, während Vignoti[4]) am meisten Gewicht auf die Verbrennungstemperatur legte und Fedorow[5]) mit Recht in der Höhe des Drucks, unter welchem die Verpuffung stattfindet, den wichtigsten Einfluss auf das Resultat erblickte. Hiernach erfolgt mit der Vergrösserung der Ladung und der Erhöhung des Druckes bei der Verbrennung auch eine grössere Zersetzung des Pulvers, indem der Rückstand an Schwefelkalium und Kaliumcarbonat vermehrt, an unterschwefligsaurem und schwefelsaurem Kalium aber vermindert erscheint.[6])

Im **Pulverrückstand** eines Jagdpulvers (Salpeter 78,99 %, Schwefel 9,84 %, Kohle 11,17 %) fanden *Bunsen* und *Schischkoff* schwefelsaures Kalium (56,62 %), kohlensaures Kalium (27,82 %), unterschwefligsaures Kalium (7,57 %), Salpeter (5,19 %), Kaliumhydrat (1,26 %), Schwefelkalium (1,06 %), Kohle (0,97 %), Schwefelcyankalium (0,86 %) und Schwefel (Spuren).

Die **Pulvergase** bestanden aus Kohlensäure (52,67 %), Stickstoff (41,12 %), Kohlenoxyd (3,88 %), Wasserstoff (1,21 %), Schwefelwasserstoff (0,60 %) und Sauerstoff (0,52 %).

Der Salpeter liefert den Sauerstoff und das Auftreten des freien Sauerstoffs unter den Pulvergasen erklärt sich *Bunsen* dadurch, dass der salpeterhaltige Rückstand noch kleine Mengen Sauerstoff während des Erkaltens ausgebe. Auch der Stickstoff stammt vom Salpeter her, der eine bedeutende Einwirkung auf die Expansion der Pulvergase ausübt, weil er nicht coërcibel ist.

Schwefelwasserstoff kann nur secundär auftreten und zwar höchst wahrscheinlich durch Einwirkung der Kohlensäure auf Schwefelkalium, namentlich wenn

dieses im Rauche fein suspendirt ist: es geben daher auch in der Regel nur die frischen Pulvergase eine Reaction auf Schwefelwasserstoff, dessen Menge aber immer gering bleibt und um so unbedeutender sein muss, je kleiner die Menge des vorhandenen Schwefelkaliums ist, je niedriger also der Druck war, unter dem die Verpuffung stattgefunden hat.

Was Kohlenoxyd und Kohlensäure betrifft, so verbrennt bei Kanonen- und Sprengpulver die Kohle fast nur zu Kohlenoxyd, weil dasselbe einen grössern Gehalt an Kohle und Schwefel besitzt:

$$2KNO_3 + S + 6C = 6CO + K_2S + N_2.$$

Musketen- und Jagdpulver enthält dagegen weniger Kohle: der Sauerstoff des Salpeters reicht daher aus, alle Kohle zu Kohlensäure zu verbrennen:

$$2KNO_3 + S + 3C = 3CO_2 + K_2S + N_2.$$

Die Menge des Salpeters muss ebenfalls Verschiedenheiten in den Producten bedingen: so erhielt *v. Karolyi* beim österreichischen Gewehrpulver, das aus 77,15% Salpeter, 8,63% Schwefel und 14,27% Kohle besteht, an Kohlensäure 48,90%, an Kohlenoxyd 5,18%, während das österreichische Geschützpulver, welches nur 73,79% Salpeter, aber 12,80% Schwefel und nur 13,39% Kohle enthält, 42,74% Kohlensäure und 10,19% Kohlenoxyd erzeugte, weil der Salpeter nicht ausreichenden Sauerstoff zur vollständigern Verbrennung der Kohle lieferte. Die Menge des Schwefelwasserstoffs betrug im erstern Falle 0,37% und im zweiten 0,86%.[7])

Die Pulvergase sind somit höchst variable Gemenge, deren Mischungs-Verhältnisse von sehr verschiedenen Bedingungen abhängen: sie haben das grösste sanitäre Interesse, wenn sie in geschlossenen Räumen, in Bergwerken oder Minen, auftreten: da sie namentlich beim Minenkriege vorkommen und ein bestimmtes Krankheitsbild erzeugen, so hat man dasselbe **Minenkrankheit** genannt. Die schon früher vom Verf. aufgestellte Ansicht, dass es sich hierbei meist um Kohlenoxyd handelt, ist durch die umfassenden Untersuchungen über die Erkrankungen durch Minengase bei der Graudenzer Mineurübung im August 1873 vollständig bestätigt worden.[8]) Was den Schwefelwasserstoff betrifft, so kann derselbe schon deshalb hier nicht in grösserer Menge vorkommen, weil der Druck, unter dem die Verpuffung in Minen erfolgt, höchst gering ist und daher auch die Menge des sich bildenden Schwefelkaliums entsprechend gering sein muss: es wird daher auch unter gewöhnlichen Verhältnissen bei der Entstehung der Minenkrankheit nicht betheiligt sein.

Die Symptomatologie der Minenkrankheit wird sich selbstverständlich nach der Natur und Menge der auftretenden Gase richten; vorwaltend ist es aber stets die Einwirkung des Kohlenoxyds, welche sich fast in allen Fällen durch den Schmerz in der Stirngegend, die Betäubung, Sausen und Brausen vor den Ohren ankündigt. Bei einzelnen Arbeitern bleibt es bei dieser mit taumelndem Gange verbundenen Eingenommenheit des Kopfes, andere stürzen aber hin, verlieren Bewusstsein und Sensibilität und zeigen reactionslose Pupille, beschleunigten Puls und gestörte Respiration.

Ebenso tritt nicht selten ein Anfall von Krämpfen ein, welche den epileptischen sehr ähnlich sind oder in tetanische übergehen, während die Respiration röchelnd und die Haut kühl wird. Andere verfallen in einen Zustand von Exaltation und geberden sich wüthend wie Betrunkene, wobei der Schweiss in grossen Tropfen rinnt; in letzterm Falle kann man sicher auf einen grössern oder geringern Gehalt der Pulvergase an Kohlensäure schliessen, so dass das ganze Krankheitsbild in seinen Hauptzügen mit der Kohlendunstvergiftung übereinstimmt.[9])

Prophylactische Massregeln *Poleck*[10]), der mit Unrecht in der Kohlensäure die Ursache der Minenkrankheit sucht, schlägt vor, die Pulverkammer einer Quetschmine mit Kalkhydrat zu umgeben, um die Kohlensäure zu absorbiren*). Die Absorptionsfähigkeit des Erdbodens für Gase ist unverkennbar und als die Ursache zu betrachten, aus welcher die Folgen der Pulvergase nicht überall in gleich hohem Grade

---

*) Wenn der Vertheidiger einer Festung an einer der Gallerie des Feindes zunächst gelegenen Stelle durch die Explosion hauptsächlich die feindliche Gallerie zu zerstören, d. h. zu quetschen sucht, so spricht man von Quetschminen.

verderblich einwirken; der Vorschlag kann aber schon deshalb keinen Erfolg versprechen, weil mit der Kohlensäure noch nicht das Kohlenoxyd beseitigt ist.

Scheidemann[11]) empfiehlt einen Respirator, dessen Mundstück an einem Gummischlauch befestigt ist, welcher mit zwei Büchsen in Verbindung steht, deren eine mit Kalkmilch, die andere mit Kupferchlorürlösung imprägnirte Schwämme enthält. Diese Einrichtung dürfte bei den oft massenhaft auftretenden Gasen kaum einen Erfolg erzielen; auf mehr Nutzen kann man beim Apparate von *Rouquayrol-Denayrouze* rechnen (s. S. 333), namentlich wenn es sich um Rettungsversuche handelt.

Nur eine ergiebige Ventilation der Gallerien vermag einen Effect zu erzielen und zwar eine Ventilation durch Exhaustion. Eine andere Art der Ventilation ist nicht geeignet, die schädlichen Dämpfe direct zu entfernen und in gleichem Masse die frische Luft einströmen zu lassen. So würde namentlich die Ventilation durch Pulsion, welche häufig vorgeschlagen wird, bei trocknem Erdrauch einen grossen Staub erzeugen und viel langsamer den Austritt der Dämpfe bewirken. Alles fordert zum raschen Handeln auf; es muss daher auch die schleunigste Exhaustion eintreten und um so kräftiger, je länger und complicirter die Gallerien sind. Hieraus folgt, dass die Ventilatoren zweckmässig construirt sein und, was die Hauptsache ist, durch **Locomobilen** in Bewegung gesetzt werden müssen, weil Menschenkräfte hierzu nicht ausreichen. Da durch Schläuche die Verbindung mit den Locomobilen hergestellt werden kann, so ist es auch möglich, die Aufstellung derselben den Kriegszwecken gemäss anzuordnen.

In Betreff der Behandlung von Unglücksfällen s. S. 352.

Natrium, Na.

Natrium kommt in der Natur wie das Kalium nur in Verbindungen vor, namentlich in unbegrenzten Mengen als Natriumchlorid im Meereswasser, in Salzsoolen und als Steinsalz.

Die **Darstellung des Metalls im Grossen** geschieht wie die des Kaliums; auch sind dieselben Vorsichtsmassregeln hierbei zu beachten. Auch seine Eigenschaften weichen von denen des Kaliums kaum ab, nur erfolgt seine Oxydation an der Luft weniger lebhaft. Seine wichtigste Verbindung ist die mit Chlor und Kohlensäure.[1])

Kochsalz.

Gewinnung von Kochsalz, Natriumchlorid, Chlornatrium NaCl. Man unterscheidet 1) die Gewinnung des Kochsalzes in seinem natürlichen festen Zustande. Der wichtigste Salz-Bergbau findet sich in Galizien, Tyrol, zu Stassfurt bei Magdeburg und zu Norwich in England. Ist das Steinsalz frei von fremden Beimengungen, so wird es bergmännisch gefördert.

Die anstrengendste Arbeit fällt hierbei den Salzhäuern zu, die in unbequemer Körperstellung mächtige Blöcke aushauen und fortwälzen. Dabei reizt der Salzstaub alle Hautpartien, mit denen er in Berührung kommt; es bilden sich ekzematöse Hauteruptionen, bisweilen auch leichte Fälle von Conjunctivitis aus. Viele grosse Salzstücke werden in Wieliczka noch auf dem Rücken getragen oder auf Lagerhölzern fortgerollt. Nicht selten treten auch die Nachtheile der Sprengungen wie in andern Bergwerken hinzu; auch kommt im sogen. Knistersalz ein aus Kohlenwasserstoffen bestehendes, entzündliches Gas vor, welches sich bei der Auflösung in Wasser unter leichten Detonationen bemerkbar macht; ist seine Menge bedeutend, so kann es sogar in verdichtetem Zustande als Petroleum auftreten.

Auch das Abraumsalz in Stassfurt enthält Sumpfgas und Wasserstoff, die beim Loshauen häufig in die Gruben ausströmen. Das Salz besteht vorzugsweise aus dem Doppelsalze von Chlorkalium und Chlormagnesium (Carnallit) neben Kaliumsulfat, Chlorcalcium u. s. w., kann aber leicht gewonnen werden.

2) Gewinnung des Kochsalzes aus seinen Lösungen. Aus dem Meereswasser gewinnt man das Kochsalz in den sog. Salzgärten durch Verdunstung. Die natürlichen Soolquellen werden durch das **Gradiren** angereichert, indem das salzhaltige Wasser in feinen Tröpfchen über Schlehdornbündel (Prunus spinosus) herabrieselt, an denen sich die schwer löslichen Salze, Magnesium- und Calciumcarbonat neben Eisen- und Manganoxydul, absetzen (Dornstein).

Mit dem hierbei verdunstenden Wasser werden auch Salzpartikelchen fortgerissen und eine weitere Folge der Verdunstung ist das reichliche Auftreten von Ozon: aus diesem Grunde hat man die Gradirluft als Heilmittel für manche Krankheiten angesehen.[2] Weit untergeordneter ist die etwaige Beimengung von Brom- oder Jodsalzen und kann von einer Einwirkung derselben nicht die Rede sein. Das Auftreten von Salzsäure ist nicht bewiesen, da sie nicht durch Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure auf Chlorcalcium, noch weniger durch Zersetzung von Chlormagnesium entstehen kann: schon das Calciumcarbonat im Dornstein würde das Auftreten von freier Salzsäure unmöglich machen. Nicht die Salzsäure, sondern die Salzkrystalle zerklüften das Holzwerk, namentlich beim Stillliegen des Gradirwerkes. Die Gradirer sind erfahrungsgemäss gesunde Leute.

Das **Sieden** geschieht in Siedepfannen von zusammengenieteten Eisenblechplatten. Zur Verhütung des Rostens dieser Pfannen bringt man bisweilen den sogen. Zinkschutz an, indem man in die Ecken derselben Zink eingiesst oder dasselbe als Streifen in die Nietfugen einlegt. Siersch hat nachgewiesen, dass das versottene Salz hierdurch mit Chlorzinknatrium vermengt wird; dies Verfahren sollte daher polizeilich verboten werden.[3]

Bewirkt man die Verdampfung bis zur Ausscheidung eines braunen, aus Calcium- und Natriumsulfat bestehenden Schlammes, so nennt man diesen Process „Stören". Beginnt die Ausscheidung des Kochsalzes in kleinen Krystallen auf der Oberfläche, die später auf den Boden sinken, so heisst dies „Soggen".*) Das ausgeschiedene Salz wird mittels der „Schwimmkrücken" herausgehoben; man lässt es abtropfen und trocknet es in besondern Kammern. Die Arbeit des Siedens ist daher wegen des Auskrückens des Salzes eine anstrengende: ausserdem ist der Arbeiter der Hitze des Herdes und der Trockenkammer ausgesetzt. Im Siedehause übersteigt die Temperatur kaum 25° C., aber der Gehalt an Wasserdämpfen ist sehr bedeutend: auch enthalten diese Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Chlorcalcium und selbst bisweilen Brommagnesium. Nach *Heine* findet man selbst in dem aus der Esse entweichenden Dampf (Broden, Brieden) noch Soolenbestandtheile. In 10.000 G. Th. liessen sich z. B. 9.41 bis 12.41 Chlornatrium und 6.00 Chlorkalium nachweisen. Selbst Spuren von Salzsäure, die durch Zersetzung von Chlorcalcium und Chlormagnesium entsteht, können im Suddampfe vorkommen: grössere Mengen derselben können nur auftreten, wenn die Soole bei Undichtheit der Pfannen direct in's Feuer fliesst.**) Die Suddämpfe sind mit so viel Wasser vermischt, dass eine Einwirkung ihrer Bestandtheile auf die Arbeiter kaum je angenommen werden kann.

Die herrschenden Krankheiten bei den Siedern bestehen in Rheumatismus unter allen Formen und in verschiedenen Katarrhen, wie man sie aber auch bei andern Arbeitern als Folge von schroffem Temperaturwechsel antrifft. Schon wegen der anstrengenden Arbeit wählt man keine schwächlichen Leute zu Siedern; haben sie eine ihrer körperlichen Anstrengung angemessene Ernährung, so können sie ein hohes Alter erreichen, wie man in Kreuznach und auf andern Salinen beobachtet hat. Immerhin soll man aber für eine sorgfältige Ableitung der Suddämpfe Sorge tragen, indem man zweckmässige Brodemfänge mit hinreichend hohen Schornsteinen verbindet. Die auf Seite 665 beschriebene Einrichtung würde sich

*) Die Kruste, welche beim Stören auf dem Pfannenboden anbrennt, heisst Hungerstein, die beim Soggen anbrennende Kruste Salzstein oder Pfannenstein.

**) Es ist daher erklärlich, dass man bisweilen einen schädlichen Einfluss der Salinen auf die Vegetation beobachtete; unter allen Umständen sind hohe Schornsteine bei Salinen anzulegen.

ganz vorzüglich in analoger Weise auch für die Beseitigung der Suddämpfe eignen. Arbeiter aber, welche die Einflüsse des Sudhauses nicht ertragen und dies durch Abmagerung, grosse Hinfälligkeit und namentlich durch profuse Nachtschweisse kundgeben, soll man entfernen.

Schützen sich die Sieder nicht hinreichend vor der Nässe des Bodens, so können sie leicht Risse und Schrunden an den Fusssohlen bekommen.

Bei der **Aufbewahrung des Kochsalzes** in Salzmagazinen muss man seinen Gehalt an hygroskopischen Salzen berücksichtigen und nöthigenfalls die Umfassungsmauern mit einem schützenden Ueberzuge von Cement versehen. Unter den Metallen greift Kochsalz Eisen, Zink, Blei, Kupfer und Silber am meisten an. Man unterscheidet Viehsalz als ein unreines Salz mit Eisenoxyd und Wermuthpulver, Fabriksalz enthält Eisen- und Mangansalze neben Glaubersalz, Dungsalz wird mit Asche und Kohle gemengt. Tafelsalz ist ausgewaschenes und mit Soda behandeltes Salz, um Chlorcalcium und Chlormagnesium auszuscheiden; betrügerischerweise wird es oft stark mit Soda versetzt; früher hat man es sogar mit Zinnober rosaroth, mit Kupfersalzen grün und mit Kaliumchromat gelb gefärbt.

Sodaindustrie.

Die künstliche Darstellung von Soda wurde indirect durch Napoleon I. veranlasst, nachdem sich in Folge der Continentalsperre der Preis der natürlichen Soda so hoch gesteigert hatte, dass man an einen künstlichen Ersatz denken musste. Die natürliche Soda findet sich in Natronseen oder wittert aus der Erde; die ägyptische Soda heisst Tro-Na, woraus der Name Natron entstanden ist, die südamerikanische: Urao, und die ungarische: Szek. Die künstliche Darstellung rührt von Leblanc (1793) her und ist fast unverändert geblieben. Man unterscheidet hierbei: 1) die **Darstellung von Natriumsulfat** aus Kochsalz und Schwefelsäure. Die hierbei auftretende Salzsäure hat zu allen Zeiten grosse Belästigung verursacht und erst seit Verbesserung der Sulfatöfen ist die Condensation der salzsauren Gase eine vollständigere geworden (s. S. 52). [4])

Die bessern Sulfatöfen bezwecken gleichzeitig die Sulfatbildung und die Calcination und bestehen aus einer eisernen, mit einem eisernen Deckel bedeckten Muffel, neben welcher der Calcinirraum liegt. In der Decke der Muffel befindet sich ein Rohr, welches mittels eines Canals mit den Condensationsvorrichtungen in Verbindung steht. Die Feuergase der seitlich und tiefer gelegenen Feuerung passiren die über und unter der Pfanne gelegenen Züge und gelangen in den Schornstein.

In England ist die Condensation von 93% der erzeugten Salzsäure gesetzlich vorgeschrieben, obgleich auch dort noch Belästigungen der Adjacenten vorkommen. Zur Condensation der Dämpfe gebraucht man 1) thönerne, den *Woulf*'schen Flaschen ähnlich construirte Gefässe (Bonbonnes), von denen die letzten mit Kalkmilch oder Bariumcarbonat (Witherit) angefüllt werden, um die letzten Reste der Säure zu absorbiren. Dies Verfahren eignet sich nur für kleine Fabriken. 2) Untereinander verbundene Sandsteintröge und 3) die *Gossage*'schen Koksthürme, die in England am gebräuchlichsten sind und sich am meisten bewähren, wenn die Gase hinreichend abgekühlt in die Thürme dringen. Man benutzt deshalb Röhrenleitungen, die Uförmig auf- und absteigend angelegt werden, oder führt, z. B. in Stolberg bei Aachen, die Gase in Bonbonnes und dann erst in die Koksthürme, die aus Abtheilungen bestehen, damit die Gase in der einen Abtheilung aufsteigen, ausserhalb des Thurmes in einem Rohr abwärts gehen, in der zweiten wieder aufwärts steigen und dann schliesslich als condensirte Salzsäure in die Bonbonnes zurückfliessen, um hier durch die darüber ziehenden Dämpfe noch angereichert zu werden. Die letzten Gefässe stehen mit dem Schornstein in Verbindung. In andern Fabriken findet man zwei mit einander verbundene Koksthürme.

Eine zweite Bedingung für eine gute Condensation ist eine möglichst grosse Berührungsfläche zwischen Wasser und Gasen. Man bedient sich deshalb mit Vortheil des *Segner*'schen Wasserrades, um das Wasser gleichmässig den Gasen entgegen

zu führen. In England benutzt man zu diesem Zwecke noch einen besondern Waschthurm (Flushing tower), um hier den Gasen den letzten Antheil der Säure zu nehmen.*)

2) Die **Umwandlung des Natriumsulfats in Soda** geschieht in dem mit der Muffel durch einen Canal verbundenen, seitlich mit Arbeitslöchern versehenen Calcinirraum, in dessen Decke sich ebenfalls ein Rohr befinden sollte, um die hier anfangs noch auftretenden sauren Gase wenigstens direct den Koksthürmen zuzuführen. Die Feuerung liegt an der der Muffel entgegengesetzten Seite, die Züge für die Feuerungsgase verlaufen über und unter der Sohle und hängen mit dem unterirdischen Canal zusammen, der auch die Feuerungsgase des Pfannenraums aufnimmt.

Nachdem das Natriumsulfat in den Calcinirraum hineingekrückt und hier mit einem Gemenge von Calciumcarbonat und Kohle vermischt worden ist, wird unter beständigem Umkrücken so lange gefeuert, bis das auftretende Kohlenoxyd mit blauer Farbe brennt: dann bringt man das Product in Blechkasten zum Erkalten. Bei diesem Processe wird das Natriumsulfat zu Schwefelnatrium reducirt und ein Theil des Calciumcarbonats in Calciumoxyd übergeführt, wobei Kohlensäure entweicht.

$$Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2$$
$$CaCO_3 + C = CaO + 2CO_2.$$

Die graubraune Masse wird zerkleinert und mit Wasser von 30—35° C. ausgezogen: es entsteht hierdurch unlösliches Calciumoxysulfid und lösliches (neutrales oder secundäres) Natriumcarbonat:

$$Na_2S + CaO + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaO . CaS. \text{**)}$$

3) Die **Reinigung der Rohsoda** geschieht durch Abdampfen und eine nochmalige Calcination; dann wird die calcinirte gereinigte Soda gemahlen und gesiebt.

Bei der krystallisirten Soda unterlässt man die Calcination und bringt die Auflösung zur Krystallisation. Natrum bicarbonicum (primäres oder saures Natriumcarbonat) $NaHCO_3$ wird durch Ueberleiten von Kohlensäure über das neutrale Carbonat erhalten.***)

Die **Rückstände der Sodafabrik** bestehen ausser dem Schwefelcalcium und Calciumoxyd noch aus Schwefelnatrium, Schwefeleisen, Thonerde, Sand, Kohle u. s. w. und geben in frischem Zustande auf Haufen gesetzt zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff Anlass. Durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure entstehen mannigfache Reactionen, die ein Glühen der Haufen zur Folge haben, so dass der Schwefel in vielen blauen Flämmchen verbrennt und dann beim freien Lagern ganzen Ortschaften die grösste Belästigung bereitet. [5])

---

*) In England ist man noch fortwährend bemüht, die *Deacon*'sche Methode, die Salzsäure direct in Chlor umzuwandeln, auch für die Sodafabrication nutzbringend zu machen.

**) Viele Chemiker nehmen gegenwärtig an, dass die rohe Soda kein Calciumoxysulfid enthält, wie man bisher allgemein annahm, sondern nur ein Gemenge von Natriumcarbonat, Schwefelcalcium und freiem Kalk darstellt

***) Unter den vielen Methoden der Sodafabrication, von denen aber keine das *Leblanc*'sche Verfahren beseitigt hat, ist nur noch die vielfach erörterte Darstellung aus in wässrigem Ammoniak gelöstem **Kochsalz** und **Kohlensäure** zu erwähnen. Es bildet sich hierbei **Natriumbicarbonat**, das entweder als solches in den Handel kommt oder durch schwaches Calciniren in Natriumcarbonat verwandelt wird. Als Rückstand verbleibt Chlorcalcium und Calciumhydrat; die chlorammoniumhaltige Flüssigkeit wird nämlich in geschlossenen eisernen Gefässen mit **Calciumhydrat** unter ziemlich hohen Druck gebracht, um das sich entbindende Ammoniakgas zu condensiren oder direct wieder zur Kochsalzlösung zu leiten. Die Darstellung hat nichts Bedenkliches in sanitärer Beziehung: nur der Rückstand von Chlorcalcium ist lästig und bei dem ziemlich hohen Drucke, dem die Gefässe ausgesetzt werden, sind die geeigneten Vorsichtsmassregeln erforderlich.

Durch weitern Oxydationsprocess verwandelt sich zunächst das Schwefeleisen in Eisenoxydhydrat und freien Schwefel. Schwefelnatrium und Schwefelcalcium gehen theilweise durch die atmosphärische Kohlensäure in Carbonate über, oxydiren sich aber grösstentheils zu unterschwefligsaurem, schwefligsaurem und schwefelsaurem Calcium resp. Natrium. Ein kleiner Theil von schwefelsaurem Calcium (Gips) geht mit dem Natriumcarbonat in Natriumsulfat und Calciumcarbonat über. Am constantesten findet sich unterschwefligsaures Natrium vor. Der ausgeschiedene Schwefel wird von dem noch vorhandenen Calcium- oder Natriumsulfid aufgenommen und es entstehen Polysulfide, die bei weiterer Oxydation wieder in Gips und Schwefel zerfallen. Ein vollständig durchsetzter Haufen besteht nach langer Zeit aus Gips, Calciumcarbonat, Aetzkalk, unterschwefligsaurem Natrium, Natriumsulfat, Thonerde und Kalksilicaten. Werden die Rückstände nicht verwerthet, so muss unter allen Umständen eine zweckmässige Lagerung derselben unter bedeckten Schuppen und auf wasserdichtem Boden stattfinden, um die Masse vor Feuchtigkeit und Regen zu schützen und das Auslaufen der stark alkalischen Flüssigkeit zu verhüten, welche Brunnen, Bäche und jede Vegetation verdirbt. Die Bemühungen, die Rückstände zweckmässig zu verwerthen, haben zu verschiedenen Resultaten geführt. Man hat sie zur Darstellung von unterschwefligsauren Salzen, zur Fabrication von Backsteinen oder im Verein mit den Kiesabbränden der Schwefelsäurefabrication zur Darstellung von Ziegeln oder als Wege- oder Strassenbaumaterial benutzt.[6]) Nach den Erfahrungen von Prof. *E. Varrentrapp* erhitzt sich der nasse frische Schlamm gar nicht oder unbedeutend, wenn er zu letzterm Zwecke fest gestampft wird.[7]) Die Zersetzung schreitet langsam immer weiter und der Regen dringt nur wenig ein. Das über und durch die Masse fliessende Wasser ist aber reich an aufgelöstem Schwefelcalcium und den niedrigen Oxydationsstufen des Schwefels und Calciums: zugleich ist die Lösung mit Gips gesättigt. Diese üblen Vorkommnisse bleiben bei der Verwendung der Rückstände zur Herstellung fester Fusswege und zum Unterbau von Chausséen nicht aus. Als Unterlage von macadamisirten Strassen erzeugen sie leicht Ausdehnung und Aufhebung der festen Beschaffenheit der Unterlage des Schottens in Folge der Krystallisation des Gipses, welcher sich unter Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit bildet; der Steinschlag wird gehoben und hat kein zusammenhängendes Bett mehr. Diese Auflockerungen sind nicht auszubessern, sondern die ganze Strasse muss alsdann neu gebaut werden. *Varrentrapp* kann die Rückstände höchstens zur Strassendammbildung empfehlen, verwirft sie aber zur Ausfüllung von Terrain, welches später Häuser tragen soll; es fände hierbei ein stetes Heben des Grundes statt, so dass das Haus selbst gehoben und beschädigt werden könne. Läge die Masse unter der Sohle des Kellers, so würde sich ein Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar machen, da die niedrigen Oxydationsstufen nie fehlten. In einem Keller, unter dessen Fussboden Sodaschlamm festgestampft war, zerbrach eine Salzsäureflasche; man bemerkte bald den furchtbaren Geruch und ein Arbeiter, der unbedacht eintrat, erstickte. Ein Licht würde eine grosse Explosion hervorgebracht haben.*)

Schwefelgewinnung aus den Rückständen. Nach sehr vielen und mühsamen Versuchen benutzt man gegenwärtig besonders drei Methoden, die jedoch sämmtlich auf der Oxydation der Rückstände durch die Luft und der Darstellung löslicher Polysulfide, Hyposulfite und Sulfite des Calciums resp. Natriums beruhen. Als letztes Nebenproduct wird ebenfalls bei allen Methoden eine neutrale Chlorcalciumlösung erhalten, deren Verwerthung resp. Beseitigung jedoch nicht selten Schwierigkeiten bereitet.

1) *P. W. Hofmann*[8]) laugt die oxydirten Rückstände aus und bringt sie mit geklärter saurer Manganlösung zusammen. Durch den Gehalt der letztern an Salzsäure, freiem Chlor und Eisenchlorid zersetzen sich die Schwefellaugen unter Schwefelausscheidung. Das sich entwickelnde Schwefelwasserstoffgas leitet man durch eine Holzfeuerung, um die sich bildende schweflige Säure für andere Laugen zu benutzen und das Calciumpolysulfid unter Schwefelausscheidung in Calciumhyposulfit zu verwandeln, das man mit Natriumsulfat versetzt, um Natriumhyposulfit zu gewinnen. Die zurückbleibenden neutralen Manganbrühen werden noch anderweitig verwerthet.

---

*) Manche Schlacken von Eisenschmelzen verhalten sich trotz ihres glasigen Ansehens wie Sodaschlamm, da sie Schwefelwasserstoff entwickeln und dabei allmählig zu Pulver zerfallen.

2) *Max Schaffner*[9]) construirte zwei vollständig geschlossene und durch Röhren mit einander verbundene Zersetzungsgefässe von Gusseisen oder Stein, die mit den ausgelaugten oxydirten Rückständen gefüllt werden. Nach Zusatz von Salzsäure entwickelt sich aus den Polysulfiden Schwefelwasserstoff, später aus den Hyposulfiten schweflige Säure: letztere wird in das zweite Zersetzungsgefäss geleitet, wo sie die Polysulfide unter Schwefelabscheidung in Hyposulfite verwandelt.

Die aus dem ersten Gefässe abgezogene Lauge besteht aus einer neutralen Chlorcalciumlösung, in der sich ein unreiner Schwefel allmählig absetzt. Nun setzt man Salzsäure zu der mit schwefliger Säure schon behandelten Lösung, um die Hyposulfite unter Schwefelabscheidung und Entwicklung von schwefliger Säure zu zersetzen, während letztere in das erste mit frischer Lauge angefüllte Gefäss geleitet wird, um Polysulfide unter Abscheidung von Schwefel wieder in Hyposulfite zu verwandeln. **Schwefelwasserstoff** tritt nur bei dem ersten Zusatz von Salzsäure auf, der bei starker Entwicklung abgelassen wird; die schweflige Säure wird von dem einen Zersetzungsgefäss in das andere übergeführt, wozu man gegen Ende der Operation heissen Wasserdampf benutzt.

Der arsenige Schwefel wird in gusseisernen, mit Rührwerk versehenen Kesseln unter Zusatz von Kalkmilch mittels Wasserdampfes von $1^3/_4$ Atmosphären Spannung geschmolzen. Das überschüssige Calciumhydrat verwandelt sich in Calciumsulfid und dieses mit dem Arsensulfid in Calciumsulfoarsenit. Während Gips in der wässrigen Flüssigkeit suspendirt ist, wird der angesammelte Schwefel abgelassen und in Formen gegossen.

Die *Schaffner*'sche Methode wird in den meisten Fabriken, die Reinigung des arsenhaltigen Schwefels gegenwärtig in allen Fabriken nach dem beschriebenen Verfahren ausgeführt.

3) *Mond*[10]) befördert die Oxydation der Lauge durch Einpressen von Luft mittels eines Ventilators. In Folge der Erhitzung (bis 94° C.) entwickeln sich viele Wasserdämpfe, die meist Schwefelwasserstoff mit fortführen, namentlich wenn die Sodarückstände arm an Aetzkalk sind. In einem concreten Falle lagen die Auslaugekasten im Freien und verursachten hierdurch den Adjacenten die grösste Belästigung. Die Entwicklung dieser unangenehmen Gase hört erst auf, wenn die Oxydation bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten ist.

Die Präcipation in einem mit Blei ausgefütterten Bottich geschieht ebenfalls durch Salzsäure; zur Ableitung der Gase ist er mit einem zum Schornstein führenden Ableitungsrohr sowie mit einer Stopfbüchse zur Aufnahme eines Rührwerks versehen. Eingeleiteter Wasserdampf muss die Temperatur auf 40—60° C. erhalten. Nur bei einem richtigen Verhältnisse der Hyposulfite zu den Polysulfiden (1:2) soll sich kein Schwefelwasserstoff entwickeln; meistens werden aber die einen oder andern vorwalten, es wird daher fast immer entweder Schwefelwasserstoff oder schweflige Säure auftreten.

In einigen Fabriken lässt man die Lauge nur bis auf $^1/_3$ der ganzen Bottichhöhe in die Absatzkasten ablaufen, indem man den Rest bei einem neuen Zusatz der Lauge benutzt, um durch die vorhandene schweflige Säure den auftretenden Schwefelwasserstoff zu zersetzen. In den Absatzkasten schlägt sich der Schwefel nieder; die restirende Lauge ist Chlorcalcium.

Eine sehr gute Uebersicht der verschiedenen Methoden der technischen Verwerthung dieser Rückstände hat *Tiemann* geliefert.[11])

Verwendung findet die Soda in sehr vielen Fällen, namentlich zur Herstellung der Aetzlaugen, in Glasfabriken, in Bleichereien, Färbereien, Zeugdruckereien, zum Waschen der Wolle und Seide, bei sehr vielen chemischen Proceduren und zur Darstellung kohlensaurer Wässer.*)

Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter gestalten sich bei dem Leblanc-schen Sodaprocesse bei einiger Aufmerksamkeit nicht ungünstig. Es kommt hierbei zunächst die bedeutend hohe Temperatur bei der Bedienung der Oefen während des Umkrückens in Betracht, wenn man nicht über Sodaöfen mit Drehscheiben verfügen kann, bei denen eine Maschine das Umkrücken besorgt. Uebrigens wird aber gewöhnlich durch die sehr geräumigen und luftigen Locale die Hitze abgeschwächt, so dass der Aufenthalt in denselben keines-

---

*) Bei der Darstellung künstlicher Mineralwässer ist im Allgemeinen in sanitärer Beziehung auf die Reinheit der Kohlensäure, die Regelung des Druckes in den Condensatoren mittels des Manometers, die Verwendung von Rothkupfer zu den Blasen und das geeignete Metall zur Röhrenleitung zu achten. Die Verzinnung der Gefässe und Röhren ist überhaupt zu vermeiden, da sie sich leicht abreibt.

wegs unangenehm ist und man nur beim Oeffnen der Feuerthür die strahlende Hitze empfindet. Nur in engen Räumen triefen die Arbeiter oft von Schweiss.

Staubbildung findet sich beim Zerkleinern der Kohle und des Kalksteins, wozu man die Zerkleinerungs- und Brechmaschinen benutzt, während das Sulfat zwischen cannelirten Walzen pulverisirt wird. In den wenigsten Fabriken beachtet man diese Manipulationen in ihrer sanitären Bedeutung; man findet daher auch fast nie Einrichtungen zum Schutze der Arbeiter, obgleich der Kohlen- und Kalkstaub dieselben erfordern, wenn ein wirkliches Pulverisiren der Materialien stattfindet. Glücklicherweise zieht man es gegenwärtig vor, dieselben in Stücken zu verbrauchen, so dass die Brechmaschinen ausreichen und weniger Staub auftritt. Das Sulfat ist nur insofern noch zu beachten, als es bei der Herausnahme aus dem Ofen noch immer Salzsäure aushaucht; deshalb verdienen die combinirten Sodaöfen den Vorzug, bei denen das Sulfat sofort in den Calcinirraum übergekrückt wird.

Von den Gasen werden die Arbeiter nicht belästigt, da das Kohlenoxyd beim Reductionsprocess in der ganzen Masse in blauen Flämmchen verbrennt. Die Salzsäure vermag nur die Anwohner und die Vegetation zu schädigen, wenn ihre Condensation unvollständig ist (s. S. 52).

Beim Mahlen der Rohsoda sehen die Arbeiter wie mit Mehl bepudert aus, ohne dass man eine Schädigung ihrer Gesundheit hierbei beobachtet; dennoch ist es nicht als zulässig zu betrachten, die Arbeiter einer solchen Staubatmosphäre tagelang auszusetzen, indem jedenfalls der normale Athmungsprocess beeinträchtigt wird.

Bei der Gewinnung von Schwefel aus den Rückständen ist das auftretende Schwefelwasserstoffgas stets zu berücksichtigen. Ehe man mit dieser Fabricationsmethode vertraut war, ist es häufig vorgekommen, dass die Arbeiter von bedenklichen Anfällen betroffen wurden, obgleich ausserordentlich selten über Todesfälle hierbei berichtet worden ist. Werden die Apparate undicht und athmen die Arbeiter grosse Mengen des Gases ein, so stürzen sie wie todt hin. Seitdem der Betrieb sorgfältiger, der Verschluss der Apparate vollständiger geworden ist und der auftretende Schwefelwasserstoff sachgemäss behandelt wird, kommen auch Gesundheitsschädigungen dieser Art weniger vor.

Die Beseitigung des Chlorcalciums ist in Bezug auf die Brunnen und die Vegetation beachtungswerth; das Ablassen der Lauge in alte Brunnenschachte ist nicht zu gestatten, da auf diese Weise meist die Brunnen benachtheiligt werden. Ein zu hartes Wasser, das hierdurch entsteht, erzeugt leicht Diarrhoe und Verdauungsstörungen und ist für manche häusliche Zwecke, z. B. beim Abkochen der Leguminosen, ohne vorhergehenden Zusatz von Natrum carbon. gar nicht zu gebrauchen.

Kommt die Lauge mit der Vegetation in Berührung, so bleibt kein Halm grün. Als sie in einem concreten Falle zur Besprengung einer Chaussée benutzt wurde, verdarben bald die angrenzenden Bäume und das Gras in den Gräben sah wie verbrannt aus. Die Verwerthung der Lauge ist noch sehr beschränkt (s. Gips).

Silber Ag.

Silber kommt zwar gediegen, aber viel häufiger mit Schwefel, Blei, Arsen, Kupfer, Antimon, Gold gemengt vor. Hornsilber (Peru, Mexico, Freiberg) ist Chlorsilber, Silberglanz Schwefelsilber, Weissgültigerz und Rothgültigerz sind Verbindungen des Silbers mit verschiedenen Metallen.

Gewinnung des Silbers aus den Erzen. Man unterscheidet 1) die Amalgamation mit Quecksilber bei ärmeren oder sehr kupferhaltigen Erzen, die das Silber als Schwefelsilber enthalten.

Nach der sachgemässen Aufbereitung der Erze unterwirft man sie dem Rösten, bei dem schweflige Säure, Antimonoxyd, arsenige Säure und Bleioxyd vorzugsweise entweichen. Das Kupfer wird theilweise durch den Verwitterungsprocess entfernt und der Rückstand mit Kochsalz gemischt und einer abermaligen Röstung unterworfen. Das gepochte Röstgut wird mit Eisengranalien in Kufen mit Wasser versetzt, um das Chlorsilber zu reduciren.

$$2\,AgCl + Fe = 2\,Ag + FeCl_2.$$

Den feinen metallischen Brei bringt man mit Quecksilber zusammen: das entstandene und gewaschene Amalgam wird in ledernen Beuteln einer Pressung unterworfen, um das überschüssige Quecksilber zu entfernen. Das Quecksilber wird im Glockenofen abgetrieben und die zurückbleibende schwammige Silbermasse (Tellersilber) unter einer Decke von Borax geschmolzen, um noch Kupfer, Antimon, Wismuth u. s. w. zu entfernen (s. Quecksilber).

Diese Methode wurde früher vorzugsweise von den Spaniern in Peru und Mexico auf die roheste Weise ausgeführt, bei welcher Menschen und Thiere erkrankten.

2) Die **Extractionsmethode** zerfällt in das **Augustin'sche Verfahren**, das auf der Löslichkeit des Chlorsilbers in concentrirter Kochsalzlösung sowie auf der Eigenschaft des Kupfers beruht, das gelöste Silber niederzuschlagen, und in die **Ziervogel'sche Methode**, welche sich auf die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse der Silber- und Kupfersulfate stützt

3) Die Gewinnung des Silbers aus silberhaltigen Kupfer- und Bleierzen durch **Abtreiben** beruht auf der Oxydation der unedlen Metalle bei einer Temperatur, welche die edlen Metalle unverändert lässt. Man gewinnt hierbei das sog Blicksilber und das Blei als Gold- und Silberglätte.

4) Das Entsilbern des Bleies nach **Pattinson** gründet sich auf die Erfahrung, dass sich beim Erkalten des in eisernen Kesseln geschmolzenen, silberhaltigen Bleies kleine Krystalle absetzen, die ärmer an Silber sind als die ursprüngliche Legirung und mittels eines durchlöcherten Löffels abgeschöpft werden, während der flüssig gebliebene Theil hierdurch angereichert wird.

5) Die Extraction des Silbers aus dem Blei in Form einer **Zinklegirung** nach *Parkes*. Beim Abkühlen der geschmolzenen Legirung scheidet sich die schwierig schmelzbare, silberhaltige Zinklegirung (Zinkschaum) aus: wird diese mit verdünnter Salzsäure behandelt, so bilden sich unlösliches Chlorsilber und lösliches Chlorzink. [1])

Die Saigerung der silberreichen Kupfererze ist nicht mehr gebräuchlich. Häufig ist im Harze die Silberextraction durch Schwefelsäure bei silber- und antimonhaltigem Blei.

Sanitäre Verhältnisse bei der Silbergewinnung.

Bei der Gewinnung der Silbererze sind die Stollenwässer wegen ihres Gehaltes an Kupfer, Arsen, Zink und Eisen bergmännisch zu behandeln (s. Kupfer). Beim Ausklauben resp. bei der Handscheidung und dem trocknen Pochen kann der Staub die erwähnten Metalle enthalten; Spuren

von Quecksilber finden sich bisweilen bei ungarischen Erzen. Da die Arbeit im Winter in geschlossenen Räumen stattfindet, so muss Mund- und Nasenöffnung unter allen Umständen mit einer schützenden Hülle versehen werden. — Wegen Schlämmen und Rösten der Erze s. Kupfer. Das Sieben der gerösteten Erze geschieht in hölzernen Kasten, in denen sich zwei Eisendrahtsiebe wechselsweise in entgegengesetzter Richtung bewegen. Hierauf folgt das Mahlen auf Kollermühlen, die unter der Siebkammer liegen; man sollte das Mahlgut stets anfeuchten. Beim Rösten mit Kochsalz werden Kupfer, Arsen, Zink und Antimon als Chlorverbindungen neben salzsauren Dämpfen ausgetrieben; man muss sie mittels Wasserdämpfe in die Ableitungscanäle oder in mit Berieselung versehene Koksthürme ableiten. Beim Waschen des Amalgams sind die Abfallwässer als quecksilberhaltig wohl zu beachten, während bei der Pressung desselben das Verspritzen von Quecksilber zu vermeiden ist.

Die Trennung des Quecksilbers vom Silberamalgam im Glockenofen ist ohne Gefahr, da sich das Quecksilber im Wasser condensirt (s. Quecksilber). Bei der Augustin'schen und Ziervogel'schen Methode enthalten die Waschwässer Kupfer, Zink und Eisen (s. Cementkupfer).

Beim Abtreiben des Bleies auf Silber sind die entstehenden Dämpfe stets bleihaltig, werden aber grösstentheils unter dem Hute des Abtreibherdes zurückgehalten und nur ein Theil derselben findet einen Abzug durch die sogen. Glättgasse, wo die heisse abfliessende Glätte Bleidämpfe aushaucht. Kräftig wirkende Rauchfänge über der Glättgasse würden sich immerhin empfehlen, wenn auch die eigentliche Arbeiterstelle der Glättgasse gegenüber liegt, die in einem separirten und luftigen Raume zu dem Glättkasten führt; in letzterem erstarrt dann die Glätte zu einem grossen Block. Obgleich sie nur so weit zertrümmert wird, dass sie sich in Fässern verpacken lässt, so ist doch der hier auftretende Staub wohl zu beachten. Am meisten leiden die Arbeiter aber bei dem Abtreiben während des Beobachtens des „Silberblickes“ durch die Sehluken in dem Hute des Herdes*), weil ihnen beim Oeffnen derselben jedesmal ein metallischer Qualm entgegenströmt, vor dem sie sich sehr sorgfältig durch Verschluss der Mund- und Nasenhöhle hüten müssen.

Beim Pattinsoniren entwickeln sich keine Bleidämpfe, während bei der Extraction des Silbers durch Zink sehr sorgfältig auf das etwaige Auftreten von Arsenwasserstoff zu achten ist (s. S. 288). Wird das hierbei abfallende Blei mit Kochsalz gemengt, so tritt Chlorzink auf, das stets durch Einströmenlassen eines Dampfstrahls in die Abzugscanäle condensirt werden muss; die chlorzinkhaltige Flüssigkeit ist mit Calciumhydrat zu versetzen, damit sich unlösliches basisches Chlorzink bildet. Unterlässt man diese Vorsicht, so zerstört Chlorzink die Mauern des Schornsteins, weil sich das flüssige Chlorzink mit dem Kalk des Mörtels zu Zinkcarbonat und Chlorcalcium umsetzt. Wo das Saigern noch stattfindet, hat man auf die Dämpfe von Zink, Antimon, Blei, Arsen und schwefliger Säure zu achten, wenn sie auch hier in geringer Menge auftreten; jedenfalls hat man aber die entsprechenden Niederschläge beim Reinigen der mit den Reverberiröfen in Verbindung stehenden Luftcanäle zu berücksichtigen.

---

*) Unter Blicken des Silbers versteht man das Entstehen und Schwinden einer dünnen Schicht von Bleiglätte, welche das Silber noch überzieht.

Silberindustrie.

Silber- und Blei-Industrie fallen meist zusammen. Deutschland, Belgien und Oesterreich liefern die bedeutenderen silber- und bleiproducirenden Hüttenwerke. Vorzugsweise sind es die preussischen Hütten des Oberharzes, die Königl. Friedrichshütte bei Tarnowitz in Oberschlesien, die fiscalische Hütte bei Freiberg, die Emser Blei- und Silberwerke, der Mechernicher Bergwerks-Actien-Verein bei Commern in der Rheinprovinz, die Stolberger und rheinisch-nassauische Gesellschaft, die österreichischen Hütten, namentlich die zu Pràcbram, welche sich durch Silber- und Bleiproduction auszeichnen.

Die Bearbeitung des metallischen Silbers findet vorzüglich in Münzen und Ciselirwerkstätten statt, während das Versilbern am häufigsten in Bronzewaarenfabriken (Iserlohn, Pforzheim u. s. w.) vorkommt.[2])

Silberlegirungen. Die Dehnbarkeit des Silbers ist bekannt: es schmilzt bei 1000° und nimmt hierbei Sauerstoff auf, den es aber beim Erkalten unter Aufbrausen wieder fahren lässt, was man bei der Silbergewinnung Spratzen nennt. Heisse concentrirte Schwefelsäure löst es unter Entwicklung von schwefliger Säure auf.

Silber legirt sich mit den meisten bekannten Metallen: am häufigsten sind die Legirungen mit Kupfer und Gold: sämmtliche silberne Münzen sind kupferhaltig, damit sie nicht zu schnell abgenutzt werden. Die Menge des Silbers nennt man den Feingehalt: zu seiner Ermittelung dient der Probirstein (Kieselschiefer), das Titrirverfahren und die Probe durch Cupellation: letztere geschieht durch den Treibprocess, der in sanitärer Beziehung zu beachten ist, da manche Goldarbeiter oder Münzbeamten ihre Gesundheit dadurch zerrütten, dass sie sich vor den Bleidämpfen nicht ausreichend schützen.

Gefässe, die aus Legirungen von Kupfer und Silber für die Haushaltung angefertigt werden, dürfen nicht mit Säuren in Berührung kommen, da hierbei stets das Kupfer angegriffen wird.

Das **Versilbern**, d. h. das Ueberziehen der Metalle mit Silber. Man benutzt hierzu 1) das **Platiren** oder die **Feuerversilberung** von Kupfer oder Messing. Die metallischen Gegenstände werden von der Oxydschicht befreit, d. h. gebeizt, mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilber angequickt und mit Silberamalgam (1 Th. Silber, 8 Th. Quecksilber) bestrichen: man reibt dann kräftig mit einer Metallbürste und verflüchtigt das Quecksilber über freiem Kohlenfeuer. In Folge des Anquickens bildet sich Kupferoxyd, das die Oberfläche schwärzt und durch eine Beize von Weinstein, Kochsalz und Alaun weggenommen oder bisweilen mittels einer Metallbürste abgerieben wird, die auch bei Gegenständen, welche sich schlecht verquicken lassen, vor dieser Procedur zur Anwendung kommt.

Eiserne Gegenstände müssen vorher verkupfert, d. h. mit einem kochenden Bade von Quecksilber, Kupfervitriol, Salzsäure und Wasser behandelt werden.

Die grossartigsten Platiranstalten finden sich in Pforzheim und Iserlohn und verdienen eine sanitätspolizeiliche Ueberwachung. Schon beim Gebrauch der Metallbürste kann sich ein metallischer Staub bilden; am gefährlichsten ist aber die Verdampfung von Quecksilber, da manche Fabriken wöchentlich 20—30 Pfund davon gebrauchen. In Frankreich dampft man die amalgamirten Gegenstände in geschlossenen Treibmuffeln ab, welche mit einem Abzugscanale und Condensationsvorrichtungen versehen sind, die mit dem Kamine in Verbindung stehen. Selbst beim Reinigen solcher Kamine muss man noch die etwaige Verunreinigung des Russes mit Quecksilber berücksichtigen. Unterlässt man die nothwendigen Vorsichtsmassregeln, so leiden die Arbeiter an Mercurialintoxication: sie verlieren namentlich leicht die Zähne und werden von der sogen. Hüttenkrätze befallen.

2) Bei der **kalten Versilberung** reibt man die Metalle mit einem Gemenge von Chlorsilber, Kochsalz, Schlämmkreide und Pottasche ein; nach dem Abspülen trocknet man mit weichem Leder ab.

Die Arbeiter bekommen hierbei leicht Vereiterungen an der Nagelwurzel mit Verlust des Nagels, welche durch das im Kochsalz aufgelöste Chlorsilber hervorgerufen werden; das beste Mittel besteht im Gebrauche von Lohbädern.[2])

3) Beim **Silbersud** gebraucht man eine siedende Lösung von Weinstein, Kochsalz und Chlorsilber: das Silber wird reducirt und auf das Metall niedergeschlagen. Man polirt mit dem Polirachat, die Versilberung bleibt aber matt und wird fast nur bei geringern Scheidemünzen benutzt.

4) Beim **Weisssieden** werden Legirungen von Kupfer und Silber in gelöstem Alaun und Kochsalz mit etwas Salpeter gesotten; das Kupfer löst sich auf und eine silberreichere Oberfläche bildet sich, weil das Silber auf derselben metallisch stehen bleibt. Bei diesem Verfahren, das die Silberschmiede anwenden, sind die Abfallwässer wegen ihres Kupfergehaltes zu berücksichtigen.

5) **Galvanische Versilberung** s. Cyankalium S. 383, Versilberung durch Argentine s. S. 383.

Als Spiegelbeleg (s. Quecksilber) kann man statt des Zinnamalgams eine dünne Silberschicht benutzen, indem man eine Lösung von Arg. nitric. in Ammoniak durch verschiedene Mittel, z. B. durch Kalium-Natrium-Tartrat, alkalische Traubenzuckerlösung u. s. w. reducirt. Die schädlichen Quecksilberdämpfe fallen hierbei weg und es ist nur zu wünschen, dass dieses Verfahren allgemein Eingang fände. Die versilberte Fläche wird schliesslich mit einem aus Mennige bereiteten, schnell trocknenden Oelanstrich überstrichen.

Bei der **Photographie** bilden die Silbersalze, namentlich Brom-, Chlor- und Jodsilber, die Basis der Bilder. Auch gehören hierher die Verbindungen von Gold, Chrom, Uran und überhaupt die leicht reducirbaren Körper.

Die Silberverbindungen gehen durch die Einwirkung des Lichtes aus der violetten Farbe allmählig in die schwarze über, was auch bei den übrigen Salzen in dünnen Schichten der Fall ist.

Um die Hervorrufung der Bilder zu beschleunigen, benutzt man Eisenoxydulsalze, Tannin, Pyrogallussäure und die Zinnsalze, welche durch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff die Metallsalze zersetzen. Um nun das durch Licht und reducirende Substanzen hervorgerufene Bild zu fixiren, müssen die Salze, welche durch das Licht zersetzt werden, von den Stellen entfernt werden, die in den positiven Bildern die hellen und in den negativen die dunklen Partien darstellen; man gebraucht hierzu vorzugsweise eine Lösung von Cyankalium oder unterschwefligsaurem Natrium.[3])

Zur Darstellung der positiven Bilder, auf welchen die Lichter und Schatten der Natur entsprechen, dient das Daguerreotypverfahren und die Positiv-Collodium-Methode.

Bei der **Daguerreotypie** setzt man eine versilberte Kupferplatte zuerst Jod- und Bromdämpfen aus und bringt sie in die Camera obscura. Das Bild erscheint erst nach der Behandlung der Platte mit Quecksilberdämpfen*), indem diese sich auf den Theilen der Platte ablagern, welche durch das Licht geschwärzt sind und daher die Lichtpartien des Bildes repräsentiren; die unzersetzt gebliebenen Theile der Silbersalze werden durch Eintauchen der Platte in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natrium beseitigt; schliesslich überzieht man das Bild mit einer schwachen Goldschicht (Goldchloridlösung), um es permanent zu machen.

Das **Collodiumverfahren** bezweckt die Erzeugung einer dünnen, gleichmässigen Schicht von Jod- und Bromsilber auf Glas oder Papier; zur Jodirung des Collodiums gebraucht man Jodammonium, Bromammonium, seltner Jodnatrium.

Je nachdem man positive oder negative Bilder (bei denen Licht- und Schattentheile sowie die Stellung der Gegenstände umgekehrt wie in der Natur sind) darstellen will, ist das Collodium verschieden concentrirt und die Jodirung in anderer Weise zusammengesetzt.

Die verschiedenen Operationen bestehen in der Reinigung der Glasplatten, dem Aufgiessen des Collodiums, dem Empfindlichmachen im aus Silbernitrat bestehenden Silberbade, in der Beleuchtung und in der Entwicklung des Bildes. Die Entwicklungsflüssigkeit besteht aus Eisenvitriol und Pyrogallussäure. Zum Fixiren gebraucht man meist unterschwefligsaures Natrium. Zum Schutz der leicht verletzbaren Collodiumschicht dient ein Firniss aus Damargummi in Benzol (s. Collodium).

Es wird hier genügen, auf die allgemeinen Principien der Daguerreotypie und Photographie hingewiesen zu haben; letztere hat sich zu einer besondern Wissenschaft ausgebildet und noch sehr verschiedene Körper in ihren Bereich gezogen, in sanitärer Beziehung sind aber die oben genannten die wichtigsten.

Auf die **Photolithographie, Photoglyphie** und **Photogalvanographie** ist hier nur aufmerksam zu machen.

---

*) Gewöhnlich wird das Quecksilber in einer eisernen Schale auf 60—70° durch eine Spirituslampe erwärmt, während die aus der Camera obscura gebrachte Platte sofort auf die Quecksilberschale aufgestellt wird. Bei den ganz unvorsichtigen Manipulationen hat Verfasser früher viele Fälle der verschiedensten Formen von Mercurialismus entstehen sehen, da nichts zur Ableitung und Condensation der Quecksilberdämpfe geschah. Die Nachtheile sind doppelt gross, wenn das Quecksilber später durch Pressen mittels eines weichen Leders gereinigt wird.

Calcium, Ca.

Die Verbindungen des Calciums finden sich überall in der Natur; als Kalkstein, Marmor, Kreide, Kalkspath, Kalktuff, Kalksinter, Aragonit ist die Verbindung mit Kohlensäure, das Calciumcarbonat, bekannt. Zum Calciumsulfat gehören der Gips und Alabaster, zum Calciumphosphat Apatit und Phosphorit; als Calciumfluorid kommt der Flussspath vor. Die Kreidefelsen bestehen fast nur aus den Schalen der Infusorien; ausserdem enthalten die meisten Silicate Kalk; in der Asche der Pflanzen findet sich kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Calcium, während im Thierreich vorzugsweise das Skelett aus phosphorsaurem und kohlensaurem Calcium besteht.

Perlmutterdrechslerei. In industrieller Beziehung ist die harte, silberglänzende Schale der Perlmuschel und mehrerer Austernarten hervorzuheben. Die mechanische Bearbeitung geschieht durch Sägen, Feilen, Bohren auf der Drehbank u. s. w., während die Politur durch Feinschleifen mit Bimsteinpulver und Tripel, den man anfangs mit Leinöl, schliesslich mit ein wenig Schwefelsäure anfeuchtet, bewirkt wird. Der Perlmutterstaub besteht aus Calciumcarbonat (93,55%) und Conchiolin (5,57%); letzteres gehört der innern Schicht der Perlmutter-Schale an und hat sich nach den Untersuchungen von Englisch[1]) und Gussenbauer[2]) als eine Krankheitsursache für die Perlmutterdrechsler herausgestellt, indem es mit dem Perlmutterstaub in das Lungengewebe eindringt und sich hier in kleinen, disseminirten Herden ansammelt, da es eine für die Körperflüssigkeiten unlösliche Substanz ist. Bei langdauernder Inhalation können Veränderungen im Lungengewebe entstehen; es soll aber auch in den Kreislauf gelangen, sich namentlich in den Markcapillaren der Knochen ansammeln, die Capillaren in den Diaphysenenden embolisiren und so zum Infarct führen; von da soll sich eine umschriebene Osteomyelitis, Ostitis und Periostitis entwickeln und so das Krankheitsbild hervorrufen, das sich vorzugsweise bei Perlmutterdrechslern findet, die in engen und mit Perlmutterstaub angefüllten Localen arbeiten.

Bei Hunden, die dem Staube ausgesetzt wurden, fanden sich im Lungenparenchym stecknadelkopf- bis hanfkorngrosse, eingekapselte Herde des Staubes; es liegt daher die Nothwendigkeit vor, dem Perlmutterstaube die grösste Aufmerksamkeit zu schenken und die geeigneten Präventivmassregeln zu treffen, die vorzüglich auf die Herstellung luftiger Arbeitsräume und einer ergiebigen Ventilation durch Schlote, Exhaustoren u. s. w. oder wenigstens auf Schutz der Mund- und Nasenhöhle hinzielen müssen.

Kalkbrennerei.

Calciumoxyd, gebrannter Kalk, Aetzkalk, Calcaria usta CaO wird durch Glühen des Kalksteins (Calciumcarbonats) dargestellt und stellt eine weisse, amorphe Masse dar, welche ätzend wirkt, alkalisch reagirt und durch die stärkste Hitze nicht geschmolzen wird; durch Anziehen der atmosphärischen Kohlensäure verwandelt sie sich wieder in Calciumcarbonat $CaCO_3$ (Calcaria carbonica).

In der Industrie wird zum **Kalkbrennen** vorzugsweise der in ganzen Gebirgsmassen vorkommende Kalkstein benutzt, welcher aber meistens mit organischen Ueberresten vermischt ist.

Man unterscheidet Mergelkalk, Muschelkalk (Rüdersdorf bei Berlin), magern Kalk, welcher Dolomit, also Magnesiumoxyd enthält; Todtgebrannt heisst der nicht gleichmässig gebrannte oder noch Silicate enthaltende Kalk.

Das Kalkbrennen geschieht in **Meilern** und **Gruben** nach Art der Meilerverkohlung oder in **Feldöfen**, die wie die Feldziegelöfen mit Zündgassen versehen sind.

Die **geschlossenen Oefen** a) **mit periodischem Betriebe** sind cylindrisch oder eiförmig und haben entweder ein aus grössern Kalksteinen gebildetes Gewölbe, auf welches die übrigen Kalksteine geschüttet werden, oder man schichtet abwechselnd Brennmaterial und Kalksteine; b) Oefen mit **continuirlichem Betriebe** sind entweder trichterförmige Oefen mit schichtweiser Beschickung oder die Oefen haben eine seitliche Feuerung mit einem Rost und stellen einen Schacht mit einer Gicht zum Eintragen der Kalksteine dar. Bei den Kalköfen zu Rüdersdorf ist der Schacht noch mit einer Futtermauer von feuerfesten Steinen und diese noch mit einer zweiten Mauer umgeben. *)

In sanitätspolizeilicher Beziehung ist zu bemerken, dass die Kalköfen zu den Anlagen gehören, die einer besondern Concession bedürfen. Die Menge der sich entwickelnden Kohlensäure ist sehr gross; für jeden Centner Kalkstein erhält man 44 Pfd. Kohlensäure; eine Beimengung von schwefliger Säure kann vom Brennmaterial herrühren. Der Grad der Belästigung hängt von der Construction der Oefen ab; bei Meilern zieht der Rauch, namentlich bei feuchtem Wetter, mehr am Boden hin; aber auch die Kalköfen müssen so angelegt werden, dass die Kohlensäure bei den durchschnittlich herrschenden Strichwinden nicht auf Pflanzungen hingetrieben wird. Am meisten kann die Vegetation bei Windstille leiden, denn der Luftstrom, der sich vom Ofen aus etablirt, ist nicht kräftig und es wird die Kohlensäure nur bis zur Abkühlung in die Höhe getrieben. Ist nun die Luft wenig bewegt, so fällt sie schon in geringer Entfernung vom Ofen auf die Flur nieder; eine gelblich-grüne Farbe der Blätter zeigt dann den Einfluss der Kohlensäure an; eine sehr feuchte und bewegte Luft vermindert den schädlichen Einfluss beträchtlich. Das beste Mittel ist ein Ueberwölben der Oefen mit gleichzeitiger Einrichtung eines Kamins, um die Adjacenten wie auch die Vegetation zu schützen; übrigens ist ein übler Geruch des Rauches nicht zu vermeiden, wenn der Kalkstein reich an organischen Bestandtheilen ist.

Die Arbeiter haben sich beim Ausziehen des Kalks auch vor Verbrennungen durch glühenden Kalkstaub zu hüten. Die Kalkasche, d. h. der beim Ausziehen entstehende feine, mit der Asche des Brennmaterials vermischte Kalkstaub, kann die Arbeiter sehr schädigen, wenn sie hierbei nicht vorsichtig sind; auch darf dieser Staub nicht im Freien auf Haufen gesetzt werden, da er, durch Wind auf die Felder getrieben, der Vegetation schadet; soll er als Dünger benutzt werden, so muss er sofort mit Wasser besprengt, mit Erde bedeckt oder auf Composthaufen gesetzt werden.[3])

---

*) In Russland sind auf dem Deckengewölbe der geschlossenen Oefen Dampfkessel angebracht, welche beständig einen Strom von Wasserdampf in den Ofen treiben, wodurch der Betrieb gefördert wird. In Deutschland wendet man den Wasserdampf an, um namentlich für Rübenzuckerfabriken reine Kohlensäure zu erzeugen.

Auch die Gasfeuerung nach den Vorschlägen von *Siemens* verspricht viele Vortheile, während der ursprünglich als Ziegelofen construirte Ringofen von *Hoffmann* und *Licht* schon seit einigen Jahren mit Nutzen auch zum Kalkbrennen benutzt wird. In einigen Gegenden verwerthet man die von Töpfer- oder geschlossenen Ziegelöfen abströmende Wärme zum Kalkbrennen.

Beim Lagern und Transport des gebrannten Kalks ist Schutz vor Feuchtigkeit die nothwendigste Bedingung.

Die **Anwendung** des Aetzkalks ist eine so vielfältige, dass die vielen Vorgänge in der Industrie, in denen er unentbehrlich ist, nicht speciell aufzuführen sind. Ausser seiner basischen Eigenschaft in chemischer Beziehung ist hier noch seine Benutzung zur Bereitung von Mörtel hervorzuheben. Der gebrannte Kalk wird zunächst mit Wasser übergossen. Der **gelöschte Kalk** (**Calciumhydrat** $Ca(OH)_2$) stellt eine weisse Masse dar, die in kaltem Wasser weit löslicher ist als in warmem. Das Löschen geschieht in Holzkasten, aus denen der Kalk in mit Brettern ausgekleidete Gruben fliesst: diese müssen zur Verhütung von Unglücksfällen u. s. w. stets sorgfältig bedeckt werden. Das Löschen selbst ist bei einiger Vorsicht ein ungefährlicher Act: Staubbildung kann nur bei der Manipulation mit dem trocknen gebrannten Kalk entstehen*).

Vermischt man den gelöschten Kalk mit Sand, so bildet er damit Mörtel: seine Erhärtung zu Luftmörtel hängt mit der Umwandlung des Kalkhydrats in Calciumcarbonat durch die atmosphärische Kohlensäure zusammen.

Hydraulischer Kalk (**Wasserkalk**). Kalksteine, die **Aluminiumsilicate** enthalten, liefern nach dem Brennen, d. h. nach Aufschliessung der Kieselsäure, **hydraulischen Kalk**, der unter Wasser erhärtet. Die Erhärtung hängt hauptsächlich davon ab, dass Wasser zu Hydrat gebunden wird, und beruht im Wesentlichen auf der Entstehung von Silicaten und Aluminaten.[4])

In der Natur finden sich Producte, welche schon aufgeschlossene Kieselsäure enthalten, z. B. Trass, Puzzolane, Santorinerde, die man durch Vermischen mit gebranntem Kalk zur Darstellung von künstlichem hydraulischem Kalke benutzt. Solche Zusätze zum gebrannten Kalke nennt man **Cemente**, die in natürliche (Trass u. s. w.) und künstliche zerfallen: zu letztern gehören Ziegelmehl, gebranntes Töpfergeschirr, die Asche von Stein- und Braunkohle, der Rückstand bei der Alaunfabrication aus Alaunschiefer, Porcellankapselscherben, Schlacken u. s. w., die durch Glühen in Cemente verwandelt werden.

Der Trass wird terrassenförmig gestochen, woher auch der Name Tarass, Trass herrührt. Trassmühlen sind wie die Gipsmühlen Kollermühlen, bei denen zwei aufrecht gehende Steine den fein gekörnten Trass liefern. Der hierbei entstehende Staub ist durch seinen Gehalt an Kieselsäure neben Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde, Magnesia u. s. w. um so beachtungswerther, als hierbei eine Benetzung nicht stattfinden kann; man sollte polizeilicherseits für Präventivmassregeln sorgen, da die Folgen dieses Staubes sich früher oder später geltend machen müssen.

Cementindustrie.

Die Cementindustrie hat in der jüngsten Zeit eine grosse Ausdehnung gewonnen. Man kann bei dieser Fabrication 3 Methoden unterscheiden: 1) die Gewinnung des hydraulischen Kalks aus natürlichen hydraulischen Kalksteinen (Romancemente).

Früher benutzte man hierzu ausschliesslich die an der englischen und Ostseeküste vorkommenden thonigen Kalksteinnieren (Schepeysteine), die aus Calciumcarbonat, Kieselsäure, Thonerde, Magnesia u. s. w. bestehen; gegenwärtig gebraucht man auch mehrere Mergelarten. Da das erhaltene Product der Puzzolanerde sehr ähnlich ist, so wurde es von *Parkes* römisches Cement, **Romancement** genannt. Das Brennen resp. Aufschliessen der Kieselsäure geschieht in Schachtöfen mit continuirlichem Betriebe, wobei man die Kalksteine abwechselnd mit dem Brennmaterial schichtet.

Da der Romancement als feines Pulver, in Fässern verpackt, in den Handel kommt, so folgt nach dem Brennen das Mahlen, Pulverisiren und Beuteln. Die beiden letztern Manipulationen müssen unfehlbar in geschlossenen Apparaten geschehen.

2) Hydraulischer Kalk durch Vermischen von gebranntem Kalk mit natürlichen oder künstlichen Cementen.

3) Hydraulischer Kalk aus ungebranntem Kalk und Thon. Aspdin in Leeds nannte das Product wegen seiner graublauen Steinfarbe, die

*) Die Wärmeentwicklung beim Löschen beruht auf dem Freiwerden der latenten Wärme des Wassers, weil dasselbe aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht. Wird frisch gebrannter Kalk mit geringen Mengen von Wasser übergossen, so kann sich die Wärme im Innern bis zur Rothgluth steigern. Mittels eines entsprechenden Gefässes mit doppelten Wänden kann man diese Wärme z. B. bei Luftschifffahrten u. s. w. benutzen, um warme Getränke zu bereiten oder Eier zu kochen.

der Farbe des in England als Baustein gebräuchlichen Portlandsteins ähnlich ist, **Portlandcement.**

Trotz der grossen Verschiedenheit in der Fabrication wird doch überall Kreide oder Kalk mit Thon und häufig auch mit Sand in fein gemahlenem Zustande angewendet, was in sanitärer Beziehung am wichtigsten ist, da die Schädlichkeit des Staubes nicht oft genug betont werden kann. Die Kreide wird bisweilen geschlämmt, aber der Thon stets fein pulverisirt.

Bei Verwendung des Kalks lässt man denselben nach dem Brennen erst in Mehlkalk zerfallen, um ihn fein pulverisiren zu können. Die gebrannten Steine werden gewöhnlich nicht pulverisirt, aber gemahlen, und sieht der sogen. Portlandcement wie Bimstein aus. Gebraucht man den Flussthon oder Thonschlamm, der sich an den Mündungen grosser Flüsse oder Bäche absetzt, so ist noch darauf zu achten, dass sich beim Verbrennen desselben unangenehm riechende Gase: Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoff neben Kohlenoxyd entwickeln, die wie die Gichtgase eines Hohofens aufgefangen und in eine Feuerung geleitet werden müssen. Der ganze Process gleicht der trocknen Destillation des bituminösen Liasschiefers der Juraformation. Sonst tritt bei der Cementindustrie hauptsächlich Kohlensäure auf.[5])

Gipsbrennerei.

Gips, Calciumsulfat $CaSO_4$ kommt in der Natur in derben Massen in wasserfreiem Zustande als Anhydrit vor. Krystallisirter Gips enthält 2 Molec. H_2O (Marienglas, Frauenglas, Alabaster, Gipsstein) und löst sich am besten bei $+35^0$, mit steigender Temperatur nimmt aber die Löslichkeit ab; durch Erhitzung auf 110^0 verliert er sein Krystallwasser (gebrannter Gips, Sparkalk, Calcaria sulfurica usta), trifft er aber mit Wasser zusammen, so nimmt er das Krystallwasser wieder auf, erstarrt dabei und wird deshalb zu Gipsverbänden, Abgüssen, Ornamenten u. s. w. geeignet; ein über 204^0 erhitzter Gips verliert diese Eigenschaft und heisst dann todtgebrannt.

Das **Gipsbrennen** geschieht in Gipsöfen, die den Kalköfen ähnlich sind; bei den primitivsten werden die Gewölbe aus grössern Gipsstücken construirt. Schachtöfen mit periodischem Betriebe sind die häufigsten; oft werden auch abfallende Feuerungen, z. B. die aus Koksöfen abziehende Feuerluft, benutzt. Gips für feinere Verwendungen wird in eisernen Kesseln oder in Backöfen gebrannt. Im Allgemeinen hat das Gipsbrennen wegen der geringen Temperatur, die hierbei erforderlich ist, kein sanitätspolizeiliches Bedenken, nur der Staub beim Mahlen und Pulverisiren des Gipses sollte mehr als bisher berücksichtigt werden.

Die **Verwendung des Gipses** zum Giessen und zu Abdrücken ist bekanntlich mannigfach. Um den Gips zu härten, ihm ein marmorähnliches Aussehen zu geben und ihn dadurch zur Darstellung von architectonischen Verzierungen geeignet zu machen (Stuck, Gipsmarmor), wird derselbe mit Leimwasser, dem man häufig etwas Zinkvitriol zusetzt, angerührt; man kann auch eine Alaunlösung (Marmorcement) oder eine Boraxlösung (Pariancement) nehmen; den aufgetragenen und getrockneten Gips schleift man dann mit Bimstein ab und polirt schliesslich mit Tripel und Leinwandballen.[6]) Der feine Staub, welcher sich hierbei bildet, ist für die Respirationswege um so schädlicher, wenn man den Gips noch durch Zusätze, wie Russ, Colcothar, Indig, Mennige u. s. w. gefärbt hat. Auf diese schädlichen Einwirkungen achtet man im gewöhnlichen Leben viel zu wenig, obgleich schon das blasse Aussehen der meisten Stuckarbeiter darauf hinweist, dass ihre Beschäftigung manche Nachtheile in sich schliesst.

Das Encaustiren der Gipsabgüsse geschieht durch Erwärmen derselben auf 80^0 und Eintauchen in geschmolzene Stearinsäure oder geschmolzenes Paraffin.

Als Pearl hardening oder Annalin kommt im Handel ein aus Chlorcalciumlauge mit Schwefelsäure dargestellter Gips vor, der in Papierfabriken als Zusatz zum Ganzzeug dient.*) Sehr zu beachten ist die desinficirende Wirkung des Gipses.[7])

---

*) Die Chlorcalciumlösung, die bisher nur als eine Last betrachtet wurde, findet auf diese Weise eine sehr zweckmässige Verwendung.

Strontium, Sr.

Strontium kommt in der Natur im Coelestin als Sulfat, im Strontianit als Carbonat vor. Der Name rührt von dem Dorfe Strontian in Argyleshire in England her, weil es dort zuerst aufgefunden worden ist.

Strontiumnitrat $Sr(NO_3)_2$ ist deshalb bemerkenswerth, weil es in Verbindung mit chlorsaurem Kalium, Schwefel, Schwefelantimon, Mastix und Kohle zur Darstellung von Rothfeuer in der Feuerwerkerei benutzt wird.

Bei der Mischung der Ingredienzen des Rothfeuers muss mit der grössten Vorsicht verfahren und das chlorsaure Kalium vorher für sich allein pulverisirt werden. Die Mischung darf nicht in grössern Quantitäten aufbewahrt, sondern muss für den jedesmaligen Bedarf zusammengesetzt werden, da sie höchst explosiv ist und schon durch Reibungen u. s. w. entzündet werden kann. Die Dämpfe, welche beim Verbrennen entstehen, riechen unangenehm und sind schon wegen ihres Gehalts an schwefliger Säure nachtheilig; man sollte die Mischung in Theatern und geschlossenen Räumen gar nicht anwenden.

Eine geruchlos abbrennende Mischung soll man durch Zusammenschmelzen von 4½ Th. Strontiumnitrat und 1 Th. Schellack erhalten. Als Verbrennungsproduct tritt hierbei Strontiumcarbonat auf.

Barium, Ba.

Barium kommt in der Natur als Carbonat (Witherit) und als Sulfat (Schwerspath) vor. Der Schwerspath gehört vorzugsweise den deutschen Gebirgen an, kommt aber auch vielfältig in Frankreich vor; er wird auf besondern Mühlen gemahlen und mit Wasser geschlämmt. Er dient als Zusatz zum Bleiweiss, vielfach auch zum Mehl; im letztern Falle vermindert er die Nährkraft des Brotes und stört jedenfalls die Verdauung, wenn er auch wegen seiner Unlöslichkeit nicht als Gift wirkt. Ein solches Verfahren ist ein strafbarer Betrug.[1])

Barytindustrie.

Blanc fixe ist künstlich dargestellter Schwerspath und wird durch Zersetzung von Chlorbarium mittels Schwefelsäure gewonnen; das Präcipitat kommt im Handel in Teigform vor. Die zurückbleibende Flüssigkeit enthält Salzsäure von 6° B. und darf daher nicht frei abgelassen werden.

In einem concreten Falle führte der Abzugscanal unter einem Wohnhause hin; nach mehreren Jahren war der Mörtel des Fundaments so zerstört worden, dass ein theilweiser Einsturz des Hauses erfolgte, der viele Menschen in Lebensgefahr brachte. Man muss das Abfallwasser durch getheerte hölzerne Rinnen in steinerne Kasten leiten und mit Kalk versetzen, um Chlorcalcium zu erzeugen, das nur in grössere Flüsse abzuleiten ist, wenn es nicht anderweitig verwerthet wird.

Verwendung findet das Blanc fixe als Ersatz des Bleiweisses; in Papierfabriken und Tapetenfabriken vertritt es das Lenzin.

Chlorbarium, Bariumchlorid $BaCl_2$, ein krystallinisches und in zwei Theilen Wasser lösliches Salz, ist der Ausgangspunct für die Darstellung der übrigen

Bariumverbindungen. Man gewinnt es durch Auflösen von Bariumcarbonat in Salzsäure oder durch Glühen des Schwerspaths mit Kohle in einem Schachtofen, indem das entstandene Schwefelbarium ($BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO$) mit Salzsäure zersetzt wird.

Die Entwicklung von **Schwefelwasserstoff** ist hierbei so massenhaft, dass seine Ableitung in den Schornstein die Adjacenten im höchsten Grade belästigt; er muss stets durch Feuer zerstört werden. Man hat auch den Versuch gemacht, das Verbrennungsproduct, die schweflige Säure, durch Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Wasser zu zersetzen; die Ausführung im Grossen hat sich aber nicht bewährt.

Die **Mutterlauge, Chlorbarium**, enthält auch noch Eisen, Arsen, Kupfer, Blei und muss deshalb mit kleinen Mengen Schwefelbarium versetzt werden, um alle Metalle als Schwefelmetalle zu fällen.

Kuhlmann versetzt Schwefelbarium mit der durch sauren Kalk abgestumpften Manganlauge der Chlorkalkfabriken (Manganchlorür) und behandelt das Gemisch in Flammenöfen, um neben Schwefelmangan das leicht lösliche Chlorbarium zu erzeugen:

$$BaS + MnCl_2 = BaCl_2 + MnS.$$

Da die Sohle der Oefen durch die Lauge sehr angegriffen wird, so umgehen einige Fabriken das Glühen der Masse und laugen zuerst das aus dem Schwerspath erhaltene Schwefelbarium aus, wobei lösliches Bariumsulfhydrat und Bariumhydrat entsteht, während neben andern unlöslichen Verbindungen namentlich noch Bariumcarbonat zu Boden fällt. Mit der Lösung wird die abgestumpfte **Manganlauge** bis zur schwach sauren Reaction in einem Zersetzungsbottiche unter langsamem Zufliessen in Berührung gebracht, um den hier auftretenden Schwefelwasserstoff nicht plötzlich massenhaft zur Entwicklung zu bringen. Der Zersetzungsbottich muss unter allen Umständen mit einem dicht schliessenden Deckel versehen sein, aus dessen Mitte sich ein hölzerner Canal erhebt, der sich rechtwinklig nach einem gemauerten, zur Dampfkesselfeuerung führenden Canal abzweigt. An dieser Uebergangsstelle befindet sich ein Schieber, um nach dem Aufhören der Entwicklung von H_2S den Canal zu verschliessen. Es ist hier wegen der starken Entwicklung von Schwefelwasserstoff grosse Vorsicht nöthig; um ihn vollständig zu entfernen, ist es zweckmässig, am Schlusse der Zersetzung noch einen Dampfstrom durch den Bottich zu leiten. Das gewonnene Chlorbarium wird ausgelaugt und häufig auf **Blanc fixe (Barytweiss)** bearbeitet.[1])

Verwendung findet Chlorbarium als solches vielfältig zur Verhütung des Kesselsteins und in der Wollfärberei zur Darstellung von indigblauschwefelsaurem Barium.

Bariumnitrat, salpetersaures Barium $Ba(NO_3)_2$ wird direct aus Bariumcarbonat mit Salpetersäure oder durch Zersetzung von Schwefelbarium mittels dieser Säure dargestellt. Es dient zur Darstellung des **Grünfeuers** in der Lustfeuerwerkerei oder von **Casseler Grün**; im letztern Falle schmilzt man es mit Braunstein oder Kaliummanganat zusammen.

Bariumhydrat, Aetzbaryt $Ba(OH)_2$ entsteht durch Glühen von Bariumcarbonat und Darüberleiten von Wasserdämpfen, **Bariumoxyd** BaO durch Glühen von Bariumnitrat und Kohle, wobei sich viele Dämpfe von Untersalpetersäure entwickeln; die Tiegel müssen hier unter einem gut ziehenden Schornsteinbusen stehen (s. S. 665).

Man hat Aetzbaryt in Zuckerfabriken statt des Kalks (s. S. 496) und in Glasfabriken an Stelle von Bleioxyd, Natron oder Kalk zu benutzen versucht. In französischen Glasfabriken wird der Baryt in Form von Schwerspath verwendet; er soll ein leicht schmelzbares Glas darstellen.[2])

Magnesium, Mg.

Magnesium kommt in Verbindung mit Chlor in den Soolen, im Meereswasser, im Stassfurter Abraumsalze, mit Schwefelsäure im Kiserit und in Mineralwässern, mit Calciumcarbonat in ganzen Gebirgszügen als Dolomit und als Silicat vorzugsweise im Talk, Speckstein und Meerschaum vor.

Das **Magnesiummetall** ist wegen seiner technischen Verwerthung in der letzten Zeit häufig dargestellt worden. Man gewinnt es ähnlich wie das Aluminium durch Glühen einer Magnesiumverbindung (Magnesiumchlorid) mit Natrium.

In sanitärer Beziehung ist die Darstellung ungefährlich, wenn man von der Handhabung des Knallgasgebläses, welches hierbei zur Anwendung kommt, absieht; es müssen die höchsten Hitzegrade einwirken.

Das Metall ist silberweiss, stark glänzend, wird aber an der Luft allmählig matt; es kann gefeilt, gehämmert, zu Blech verwalzt und zu Draht ausgezogen werden.

Sein Schmelzpunct ist fast gleich dem des Zinks; in der Rothgluth verbrennt es mit stark glänzendem Licht, dessen Intensität die einer Kerzenflamme um mehr als das 500fache übertrifft, wenn die Verbrennung im Sauerstoffgase stattfindet. [1])

Zink, Zn.

Zink legt sich beim Schmelzen zackenförmig an, sein Name soll daher von „Zinken", „Zacken" herrühren. In alten Werken heisst Zink Spiauter oder Spialter (engl. Spelter); die Griechen und Römer kannten nur Galmei (Zinksilicat, Kieselzinkerz, Kieselgalmei). Ausserdem kommt Zink noch als Zinkspath (Zinkcarbonat) und namentlich als **Zinkblende** (Zinksulfid) vor.

Einwirkung des Zinks auf den thierischen Organismus. In der Industrie kann es sich nur um die Einwirkung der Zinkdämpfe resp. des Zinkoxyds handeln, da die beim Schmelzen des Zinks sich entwickelnden Dämpfe bekanntlich an der Luft sofort oxydirt werden und schon den Alten als Lana philosophica bekannt waren.

Als Prototyp der Wirkung der Zinkoxyddämpfe kann man folgende Beobachtung betrachten: Ein Apothekerlehrling hatte aus Unvorsichtigkeit bei der Bereitung von Zinkoxyd das ganze Laboratorium mit Zinkoxyddämpfen angefüllt; es traten an demselben Tage Beklemmung der Brust, Schwindel, Kopfschmerz, nach einer schlaflosen Nacht am andern Morgen Husten, Erbrechen und Steifigkeit in allen Gliedern ein. Am dritten Tage zeigten sich ein starker Kupfergeschmack im Munde, Speichelfluss, Magendrücken und ein so starker Schwindel, dass Patient nicht aufbleiben konnte. Nach starken Ausleerungen durch Laxantien wurden die Zufälle gelinder, es stellte sich dann Fieber ein; nach der darauf folgenden Transpiration war die Krankheit gänzlich gehoben.[1])

Die Wirkung schwindet in der Regel schnell, wenn die Ursache aufhört. Bleiben Krankheitserscheinungen, wie Parese des Gesichts oder der Extremitäten, zurück, so hat man es jedenfalls mit der Wirkung der Bleidämpfe zu thun; treten heftige choleraartige Erscheinungen auf, so wird man mit Recht die gleichzeitige Einwirkung arsenikalischer Dämpfe beschuldigen können; sehr hartnäckiges Erbrechen wird die Beimengung von Kadmiumdämpfen vermuthen lassen. Solche Complicationen können namentlich bei der industriellen Fabrication vorkommen und liefern den Beweis, wie vorsichtig man in der Aufstellung ätiologischer Momente sein muss.[2])

Bei der Ingestion des reinen Zinc. oxyd. alb. können grosse Quantitäten einverleibt werden, ohne dass ein letaler Ausgang erfolgt. Verf. hatte zur Zeit, als Zinc. oxyd. alb. als Heilmittel gegen die Epilepsie im Schwunge war, mehrmals Gelegenheit, seine deletäre Wirkung auf die Verdauungsorgane und die Blutbildung zu beobachten; die Erscheinungen schwanden jedoch nach dem Aussetzen des Mittels und bei sachgemässer Behandlung, selbst wenn bereits hydropische Erscheinungen und Marasmus eingetreten waren.[3]) Es ist daher auch nicht zu verwundern, dass man häufig in den Zinkoxydfabriken die Arbeiter von Kopf bis zu Fuss mit Zinkoxydstaub bedeckt findet, ohne dass sich nachtheilige Einwirkungen sogleich kund geben. Das Zinkoxyd wird wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser und Chloralkalimetallen nicht von der unverletzten Haut aus resorbirt; für die Respirationsorgane dürfte aber der Staub um so mehr zu beachten sein, als *Michaelis*[4]) wenigstens einigemal bei Thierversuchen selbst nach der Ingestion von Zinkblumen den Miliartuberkeln ähnliche Granulationen in den Lungen

beobachtete, die unter dem Mikroskope „Exsudatkugeln“ darstellten, nach der chemischen Untersuchung aber deutlich Zinkspuren enthielten. Um wie viel leichter wird aber der Zinkstaub von den Respirationswegen aus aufgenommen werden!

Husten, kurzer Athem und Bluthusten können erfahrungsgemäss sowohl nach der Ingestion des Zinkoxyds als nach der Einathmung der Zinkdämpfe entstehen. Die Natur bestrebt sich allerdings, das abgelagerte Zink wieder auszuscheiden und zwar vornehmlich durch vermehrte Hauttranspiration und ausserdem durch Harn- und Gallenabsonderung; immerhin bleibt Zinkoxyd ein Metallgift, das bei längerer Ingestion hydrämische Zustände zu bedingen vermag.

Hinsichtlich der **Einwirkung von Zinkoxyd auf die Pflanzen** hat schon *Alex. Braun* beobachtet, dass Pflanzen auf galmeihaltigem Boden wachsen und Zinkoxyd aufnehmen, ohne in ihrer Entwicklung gehemmt zu werden. Nach den Untersuchungen von *M. Freytag* findet sich der grössere Antheil davon in den Blättern und Stammtheilen, der geringste in den Samen, welche ganz normal keimen und auch ohne Nachtheil genossen werden können. Der Procentgehalt der Asche der verschiedenen Pflanzen variirt zwischen ½—1%; hiernach soll Zinkoxyd von den Pflanzen als ein indifferenter Körper aufgenommen und in ihren Theilen abgelagert werden, ohne einen nachtheiligen Einfluss auf ihren Keimungs- und Wachsthumsprocess auszuüben.[5])

Anders verhält es sich freilich mit Zinksalzlösungen; eine Lösung des Zinksulfats von kaum $^1/_{50}$% beschädigt schon die Pflanzen. Zinksalzlösungen, die durch den Boden filtriren, werden derart zersetzt, dass die in Wasser unlöslichen Zinkverbindungen in demselben zurückbleiben; für eine Ackererde betrug die Grenze der Absorption von Zinkoxyd und Zinksulfat zwischen 0,021 und 0,024% der Erde.

Hüttenmännische Gewinnung von Zink. Zinkhütten liegen meist in einsamen Gegenden, um den Schadenersatz zu vermeiden, zu dem namentlich die nachtheilige Einwirkung der schwefligen Säure auf die Vegetation beim Rösten der Zinkblende Anlass gibt.

Man unterscheidet folgende Operationen: 1) Die **Aufbereitung der Zinkerze,** welche die Entfernung der Gangart bezweckt; hierzu wird nach der Handscheidung das gepochte Erz in Trommeln gewaschen und sortirt. Die Abfallwässer werden durch hölzerne Gräben und Teiche geleitet, um noch einzelne Erztheilchen (den Schlich) zu gewinnen; diese Wässer enthalten neben Zinksulfat häufig noch Blei und Kupfer.

2) Das **Rösten des Galmeis** bewirkt die Entfernung des Wassers und der Kohlensäure in Schachtöfen oder beim Erzklein in Flammenöfen mit Röstherden.

3) Beim **Rösten der Zinkblende** entweicht der Schwefel als schweflige Säure nebst Dämpfen von Blei, Zink, Arsen und bisweilen auch von Antimon.

4) Beim **Beschicken der Retorten mit gerösteten Zinkerzen** werden letztere zuvor mit den Zuschlagsmitteln (Kalkstein und Steinkohle oder Koksklei) vermischt. Zur Blende setzt man immer, zum Galmei nur zuweilen Kalk hinzu, und zwar im erstern Falle zur Bindung des Schwefels und im letztern zur Bindung der kieselsauren Verbindungen. Die Verkleinerung geschieht bis zur Grösse einer Erbse oder Haselnuss; nur bei der belgischen Destillationsmethode werden die gerösteten Erze pulverisirt und gesiebt, wobei sich ein gefährlicher Staub entwickelt.

5) Die **Reduction** und **Destillation des Zinks** in geschlossenen Destillationsgefässen. Es entwickelt sich hierbei ziemlich viel Kohlenoxyd:

$$ZnO + C = Zn + CO.$$

Ganz besonders treten hierbei stets mehr oder weniger Zinkdämpfe auf, welche zu Zinkoxyd verbrennen und nie ganz zu vermeiden sind, da die Lutirungen an den Vorlagen der Destillationsgefässe nicht vollständig dicht gemacht werden können. Man bemerkt deshalb fast immer bei der Destillation die bläulich-weisse Farbe des brennenden Zinks, welche einen grünlichen Schein annimmt, wenn gleichzeitig Thallium verbrennt, ein Umstand, der bei der Gefährlichkeit der Thalliumdämpfe zu der grössten Vorsicht auffordern sollte.

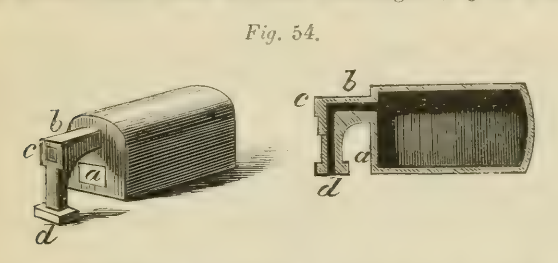
Man unterscheidet: a) die **englische** oder **absteigende Destillation in Tiegeln,** (destillatio per descensum), die auf einem Herde wie die Glashafen rund um die Feuerung stehen; in eine Oeffnung am Boden der Tiegel ist ein feuerfestes Rohr eingekittet, das in ein eisernes Verlängerungsrohr mündet, aus welchem das Zink über einem mit Wasser angefüllten Gefäss abtropft. Nur anfangs entwickelt sich Kohlenoxyd, das

angezündet wird: zeigt sich die bläulich-weisse Farbe vom brennenden Zink, so lässt man das Rohr in das Wasser tauchen. Diese Methode ist somit in sanitärer Beziehung eine sehr gute, aber in pecuniärer Beziehung nicht vortheilhaft.

b) Die **Destillation in Retorten** zerfällt nach der Art ihrer Gruppirung in den Oefen sowie in Bezug auf Heizung und Beschickung in die schlesische und belgische Methode.

α. Die **schlesische Methode** findet sich vorzugsweise in Oberschlesien, aber auch in Belgien, in Stolberg bei Aachen und in Westphalen. Die aus feuerfestem Thon bereiteten Muffeln sind ungefähr 1 Meter lang und 0.5 Meter hoch, stehen in einem gewölbten Ofen wie die Glashafen auf Bänken zu beiden Seiten einer Rostfeuerung: an der vordern Seite haben sie zwei Oeffnungen (Fig. 54 *a* und *b*), von denen die untere während der Destillation mit einer Platte verschlossen ist und nach derselben zur Herausnahme des Destillations - Rückstandes dient. An die Oeffnung *b* lehnt sich ein knieförmiger Ansatz an, an dessen vordern Seite bei *c* die Muffel beschickt wird. Auch diese Oeffnung wird während der Destillation stets geschlossen; ausserdem bringt man hier meist noch einen blechernen Cylinder oder Kasten an, der vorn einen rohrartigen Ansatz hat, damit sich beim Verbrennen der Zinkdämpfe nur eine kleine Flamme bilden kann. Die condensirten Zinkdämpfe fliessen bei *d* in Tropfen ab und sammeln sich in einem gemeinschaftlichen Canal an.

Fig. 54.



Die Fugen, aus denen die Zinkflammen mit dem verbrennenden Kohlenoxyd herausschlagen, schliessen sich allmählig mit Zinkoxyd. Ofenbruch heisst das Zinkoxyd, das sich im Ofen selbst gebildet hat.

β. Die **belgische Methode** wird zur Reduction des Galmei und der Zinkblende benutzt. Zur Destillation dienen cylindrische Thonröhren von 1 Meter Länge und 18 Ctm. Weite, die vorn offen sind: in diese Mündung wird ein kegelförmiges, gusseisernes Ansetzrohr (Vorstoss) gesteckt und auf dieses noch eine Röhre von Eisenblech (Allonge, Vorstecktute) geschoben: letztere läuft in eine Spitze aus und dient hauptsächlich zum Ansammeln der Zinkdämpfe, während der grösste Theil derselben sich in dem Vorstoss zu flüssigem Zink verdichtet. Zeitweilig (alle 6 Stunden) wird das Metall ausgegossen, nachdem man das Unreine (Zinkoxyd) ausgeschieden hat.

Die Röhren liegen in grosser Anzahl in mehreren Reihen in grossen Schachtöfen übereinander und zwar nach hinten auf vorspringenden Steinen und nach vorn auf einem ähnlichen Gesimse. Die Rostfeuerung liegt unter der untersten Rohrlage.

Sanitäre Massregeln bei der Zinkverhüttung.

Bei der **Aufbereitung der Erze** ist die Staubbildung nicht erheblich, daher in sanitärer Beziehung von geringerer Wichtigkeit. Dagegen sind die von den Stossherden herrührenden Waschwässer sehr zu beachten, da sie stets zinkhaltig sind und auch häufig neben dem durch Oxydation des Schwefelzinks entstandenen Zinksulfat noch Blei und Kupfer enthalten; sie dürfen daher auch nach der sorgfältigsten Klärung nicht in fischreiche Bäche oder Teiche abgelassen werden, da sie nie von allen Metalltheilchen befreit werden können. Bei wasserreichen Bächen findet zwar eine hinreichende Verdünnung statt, aber die Fische gehen dennoch hierbei meist zu Grunde. In einem concreten Falle konnte in 1 Liter eines solchen Wassers, das an der Einflussstelle in einen Bach aufgefangen worden, noch deutlich Zinksulfat nachgewiessen werden. Am zweckmässigsten ist es, das Wasser nach der Abklärung wieder zum Waschprocess zu benutzen. Die Arbeiter leiden bei der nassen Aufbereitung vielfach an rheumatischen Beschwerden, wenn es ihnen an einer entsprechenden Kleidung mangelt.

Der **Röstprocess** ist beim Galmei sehr einfach, bei der Zinkblende aber

wegen des Auftretens der schwefligen Säure längst der Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen; ihre Menge ist sehr bedeutend, sie fällt grösstentheils als Schwefelsäure nieder und richtet als solche vielfachen Schaden an und zwar häufig mehr in einiger Entfernung von der Fabrik als in ihrer nächsten Nähe, wenn die Dämpfe durch die Luftströmung weiter getrieben werden. Nach Vohl zeigten die Brassica-Arten manchmal brandige Flecke mit einem erheblichen Zinkgehalte (wahrscheinlich Zinksulfat), während das Heu nach dem Einäschern in den Aschenbestandtheilen Zink- und Bleigehalt ergab. Auch das in der Nähe solcher Hütten aufgefangene Regenwasser kann Zinksulfat enthalten; Peltzer fand zu Stolberg sogar im Schlamme eines Regenwassers Blei in verhältnissmässig bedeutender Quantität. Sowohl für die Adjacenten als auch für die Pflanzenwelt bleibt daher die schweflige Säure stets ein sehr beachtungswerther Factor; die öffentliche Fürsorge hat sich deshalb vorzugsweise mit ihrer Condensation oder Verwerthung zu beschäftigen.

Die Condensation hat man durch horizontal geschleifte Canäle zwischen Röstherd und Schornstein zu erzielen gesucht; vor ihrem Eintritt in den Schornstein schlägt dann noch eine Regentraufe die Dämpfe vollständig nieder. Der sich hierbei ablagernde Schlamm ist reich an Zinksulfat und enthält auch Zinkmetall.

Bei den gewöhnlichen Flammenöfen sind solche Einrichtungen nebst Flugstaubkammern absolut erforderlich, um den Verwüstungen durch die Säuredämpfe einigermassen entgegenzutreten. Nachdem schon *Rube* den Versuch gemacht hatte, arme Zinkerde mittels der schwefligen Säure zu verhütten, hat man zunächst in Freiburg begonnen, mit Hülfe der *Gerstenhöfer*'schen Schüttöfen die schweflige Säure behufs Schwefelsäure-Darstellung zu benutzen. *Hasenclever* und *Helbig* haben zu diesem Zwecke ihren Schwefelkiesofen in der Weise modificirt, dass das in den Trichter gefüllte Erz auf eine mit 43° geneigte Fläche gelangt, die von 50 zu 50 Centimeter Scheidewände mit seitlichen Oeffnungen hat, damit die aus der Muffel aufsteigende schweflige Säure auf einem langen Wege die Erze bestreicht. Von der schiefen Ebene gelangt nämlich das Erz mittels einer Walze in eine horizontale Muffel, in welcher es von einem Arbeiter ausgebreitet wird und wo es durch eine Oeffnung auf die Sohle eines Flammenherdes fällt. Die schweflige Säure, welche sich hier entwickelt, geht mit den Feuerungsgasen verloren, während die Gase der Muffel, die von den Feuergasen des Flammenherdes umspült wird, den oben bezeichneten Weg nehmen, hier angereichert werden und gleichzeitig eine Vorröstung der Erze bewirken. Die Gase der Muffel und der geneigten Ebene werden zur Schwefelsäurefabrication benutzt. Der ganze Ofen ist 30 Fuss hoch. Von den in der Fabrik Rhenania abzuröstenden Blenden von 25 % Schwefelgehalt gelangen 18 % schweflige Säure in die Kammern, während 6 % in die Luft entweichen und 1 % im Röstgut bleibt.[6])

Es ist ausser Frage gestellt, dass das in Rede stehende Verfahren viele Vortheile gewährt; man darf aber auch die Rücksicht auf die Arbeiter dabei nicht ausser Acht lassen; es müsste namentlich dem Arbeiter, der das Erz in der Muffel ausbreitet, ein ausreichender Schutz vor der Einwirkung der schwefligen Säure gewährt werden.

Das Pulverisiren und Mischen der gerösteten Erze mit den Reductionsmitteln erzeugt einen Staub, der nach der Beschaffenheit der Erze sehr schädlich einwirken kann, namentlich wenn es sich um eine bleiglanzhaltige Zinkblende handelt. Er kann auch beim Verwehen für die nächste Vegetation sehr nachtheilig werden, namentlich durch Bildung von Zinksulfat, weil die feine Vertheilung dem atmosphärischen Sauerstoff eine grosse Oberfläche bietet; dass Hühner, Tauben u. s. w. in der Nähe solcher Hütten zu Grunde gehen, mag in diesem Umstande hauptsächlich begründet sein.

Bei der **Destillation des Zinkes** sind gewöhnlich an der Arbeitsöffnung Rauchfänge für die Wegführung der Zinkdämpfe angebracht, jedoch ohne besondern Nutzen. Alle Lutirungen der Retorten lassen stets die brennenden Zinkdämpfe durch und können keinen Schutz gewähren. Man hat aber auch noch viel zu wenig Versuche gemacht, um grade die bei der Destillation auftretenden

Dämpfe zu condensiren, wenn man die englische Methode ausnimmt. Thatsächlich haben auch die bei der Destillation beschäftigten Arbeiter stets ein kachektisches Aussehen, da zeitweilig ausser Zinkdämpfen sicher auch noch Dämpfe von Arsen, Kadmium und Thallium auftreten werden. Nimmt die weisse Farbe des brennenden Zinks einen gräulichen Schein an, so kann man fast mit Sicherheit darauf rechnen, dass auch Thallium mit verbrennt. Manche Arbeiter werden auch bisweilen von heftigem Erbrechen befallen, ein sicherer Beweis, dass in einem solchen Falle Zinkdämpfe eingewirkt haben; man sollte überhaupt auf die Condensation aller dieser Dämpfe weit mehr Bedacht nehmen.

Eine zweckmässige Vorrichtung könnte bei der schlesischen Methode darin bestehen, dass man den Ansatz der Trommel mit einem senkrechten Rohre verbände, welches in einen Wasserverschluss, d. h. in eine sog. Hydraulik (s. Leuchtgasbereitung, S. 599), mündete: das sich entwickelnde Kohlenoxyd liesse sich von hier aus in die Feuerung leiten. Bei der belgischen Methode könnte ein grosser Fang über sämmtlichen Röhren von Wirkung sein, wenn derselbe mit einer kräftigen Esse oder einem Exhaustor in Verbindung stände, obgleich die Arbeiter bei dem häufigen Herausnehmen des Zinks immer noch viel mit den Dämpfen desselben in Berührung kommen. Beim Sprengen oder Durchfliessen der Muffeln entweichen die Zinkdämpfe bisweilen massenhaft in den Fabrikraum und die Arbeiter werden dann auch der strahlenden Hitze ausgesetzt, wenn sie die weissglühenden Muffeln ausziehen und neue einsetzen: sie müssen dann nie nasse Tücher zum Einwickeln der Hände benutzen, weil in Folge der Hitze Verbrühungen dadurch herbeigeführt werden.

Zinkstaub, Zinkgrau (*Poussière*) besteht aus metallischem Zinkstaub und Zinkoxyd und sammelt sich bei der belgischen Methode hauptsächlich in den Vorstecktuten an. Er wird entweder auf Zink verarbeitet oder zur Darstellung der Indigküpe in der Baumwollfärberei benutzt; auch als Anstrichfarbe für Eisen soll er sich empfehlen.

Die *Siemens*'sche Regenerativfeuerung bei der Destillation kann als ein grosser technischer Fortschritt bezeichnet werden und ist namentlich in Westphalen und in der Rheinprovinz bereits zur Ausführung gekommen. Die Zinköfen stehen zwischen den Generatoren und Regeneratoren.

Der **Retortenrückstand** (Residus) enthält meist Schwefelcalcium, kieselsaures Calcium, geringe Mengen Calciumoxysulfid und zinkhaltige resp. silberhaltige Schlacken; letztere werden nach Umständen weiter verarbeitet.

Beim **Umschmelzen resp. Zusammenschmelzen** des rohen Zinks können sich arsenikalische Dämpfe entwickeln, weil der Verflüchtigungspunct von Arsen unter dem Schmelzpuncte des Zinks liegt: es ist daher ein guter Rauchfang erforderlich, wenn man nicht durch einen geringen Zusatz von Salpeter oder Pottasche den Arsengehalt bindet. Da auch der Zinkstaub hier zur Verwendung kommt, so sind zunächst reducirende Körper, z. B. Harz, Talg u. s. w., zuzusetzen; erst nach dieser Reduction darf der Zusatz von Salpeter geschehen, weil er sonst oxydirend auf das fein vertheilte Zink wirkt. Es darf nur arsensaures Kalium resp. Natrium als schlackenartige Verbindung zurückbleiben. In der Regel beobachtet man dieses Verfahren nur bei einem hohen Arsengehalt des Zinks, weil es sonst spröde und nicht walzbar bleiben würde.

Zinkindustrie.

Zink ist bei gewöhnlicher Temperatur zähe, bei 100° streckbar, bei 200° pulverisirbar und bei 400° schmelzbar; es destillirt bei der Weissgluth, wird es über den Schmelzpunct erhitzt, so verbrennt es mit bläulich-weisser Farbe zu Zinkoxyd.

Als Metall wird das Zink zu Blechen, Drähten und namentlich zum Zinkguss verarbeitet. Bei der Bedachung mit Zinkblech oxydirt sich das Metall; die sich bildende Schicht schützt das darunter liegende Metall vor dem Einfluss der Atmosphäre. Enthält der Regen aber Ammoniumnitrat, so kann das aufgefangene Regenwasser zinkhaltig sein.

In München waren nach *Pettenkofer* an einem Zinkdach binnen 27 Jahren 8,4 Grm. pro Quadratfuss oxydirt worden, von denen jedenfalls die Hälfte durch den Regen fortgeführt worden war. Wird beim Eindecken ein bleihaltiges Loth benutzt, so kann

das erste aufgefangene Regenwasser auch bleihaltig sein. Am meisten wirken die Dämpfe der Essigsäure, der organischen Säuren (bei Guanolagern), der Salzsäure und schwefligen Säure nachtheilig auf die Zinkbedachung ein.

In zinkenen Gefässen hält sich die Milch länger, weil die gebildete Milchsäure sich mit dem gleichzeitig gebildeten Zinkoxyd zu einem schwer löslichen Zinksatz $(C_3H_5O_3)_2Zn + 3H_2O)$ verbindet und der Käsestoff nicht coagulirt; trotzdem hat man allen Grund, eine solche Aufbewahrungsweise zu vermeiden. Auch die Zinkbehälter zum Aufbewahren von Trinkwasser, die man in Berlin noch häufig findet, sind gänzlich zu verwerfen;[7]) je reicher das Wasser an Chlornatrium und je ärmer es an Calciumcarbonat ist, desto mehr Zink wird gelöst. Der schützende Anstrich ist absolut erforderlich; er darf nur aus Ockerfarbe oder Asphaltlack bestehen. Im Allgemeinen sollte man aber Zink zur Anfertigung von Gefässen, die der Aufbewahrung oder Zubereitung von Genuss- oder Nahrungsmitteln dienen, nie benutzen.

Beim **Zinkguss** entwickeln sich weniger metallische Dämpfe, weil das Metall bloss bis zum Schmelzpunct erhitzt und durch eine Fett- oder Kohlenschicht vor der Oxydation geschützt wird; man hat jedoch die etwa hier auftretenden arsenikalischen Dämpfe zu beachten. Die beim Zinkguss beschäftigten Arbeiter bieten in der Regel keine bestimmten Leiden dar, haben aber häufig eine ungesunde Gesichtsfarbe und leiden vorzugsweise an Verdauungsstörungen. Man sollte das Schmelzen stets unter einem gut ziehenden Rauchfange vornehmen; auch hier empfiehlt sich die S. 665 beschriebene Einrichtung ganz besonders. In grossartiger Weise wird der Zinkguss in Berlin betrieben.

Zum **Walzen des Zinks** gebraucht man grosse durch Dampfkraft bewegte Walzen. Die Abfälle werden meist in diesen Fabriken wieder zusammengeschmolzen; das sich hierbei auf der Oberfläche bildende Zinkgrau (Gemisch von metallischem Zink und Zinkoxyd) wird gesammelt, pulverisirt und gesiebt und zwar fast immer ohne die geringste Rücksicht auf die Staubbildung, welche hier jedenfalls Beachtung verdient.

Das **Verzinken** des Eisens geschieht auf galvanischem Wege; man benutzt dazu eine Auflösung von Zinksulfat.

Zinkweiss-Fabrication. Zinkoxyd oder **Zinkweiss** ZnO ist ein weisses Pulver, das beim Erhitzen gelb, beim Erkalten aber wieder weiss wird; es ist unschmelzbar und unlöslich in Wasser, aber in Säuren leicht löslich.

Die **Fabrication von Zinkweiss** geschieht bisweilen schon auf den Hütten durch einen combinirten Reductions- und Oxydationsprocess; vorzugsweise benutzt man aber das metallische Zink, auf dessen Reinheit man zu achten hat, da Kadmium, Blei, Schwefel und Eisen dem Präparate stets einen Stich in's Gelbliche geben.

Man bringt Zinkblöcke in bis zur Weissgluth erhitzte Retorten; das Zink verwandelt sich in Dampf und trifft als solcher am Ausgange der Retorte mit erhitzter Luft zusammen, um als Zinkoxyd durch den Luftstrom in sogen. Kühlkammern geleitet zu werden, auf deren trichterförmigem Boden es sich absetzt. Die Abzugsöffnung in der letzten Kammer ist mit einem Drahtgewebe versehen und steht mit dem Schornstein in Verbindung.

Die Einrichtung dieser Kammern ist sehr verschieden; in Belgien benutzt man trichterförmig gestaltete Recipienten von Eisen, in Oberschlesien von mit Alaun und Wasserglas getränkten Brettern, die mittels weiter Röhren untereinander verbunden und am Ausgange des Trichters mit Leinwandbeuteln zum Auffangen des Zinkweisses versehen sind, aus denen es auf Fässer abgezogen wird.

Das in den ersten Recipienten angesammelte Zinkweiss wird geschlämmt, um es von dem beigemengten metallischen Zink (Zinkstaub) zu reinigen; dann folgt das Trocknen, Pulverisiren, Sieben resp. Sortiren und Verpacken. Die drei letztern Manipulationen sind wegen der Staubentwicklung bei dieser Industrie am meisten zu beachten. Es wiederholen sich hier die beständig wiederkehrenden sanitären Erfordernisse, die entweder in der Beschaffung geschlossener Apparate oder in dem den Arbeitern zu gewährenden Schutz durch Respiratoren, Vorbinden von Tüchern vor Nase und Mund u. s. w. oder auch in der Herstellung von Exhaustoren bestehen. Jedenfalls sollte der Gleichgültigkeit gegen Gefahren in solchen Fabriken, der man überall begegnet, ein Ziel gesetzt werden.

Verwendung findet das Zinkweiss zum Anstrich statt des Bleiweisses, erfordert zwar trocknende Oele, hat jedoch den Vorzug, dass es durch Schwefelwasserstoff nicht geschwärzt wird; in der Zeugdruckerei wird es mit Albumin fixirt, am meisten aber bei Lackirarbeiten gebraucht, weil der Anstrich so hart wird, dass er sich poliren lässt. Wie Zeuge werden auch Papiere, Karten u. s. w. damit gefärbt; auch dient es

zum Entfärben des Glases und zum Poliren optischer Gläser: künstlicher Meerschaum besteht aus Zinkweiss, Magnesia usta und Caseïn-Ammoniak.

Unter den **Zinkpräparaten** hat das **Chlorzink, Zinkchlorid** $ZnCl_2$, **Zincum chloratum**, noch eine technische Wichtigkeit, da es früher zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen vielfach benutzt wurde. Man kann ganze Bäume binnen wenigen Stunden damit tödten, wenn man dieselben anbohrt und einen mit der Chlorzinklösung verbundenen Schlauch in das Bohrloch einschiebt.[8])

In sanitärer Beziehung ist sein Auftreten beim Löthen zu beachten; bestreicht man beim Zinklöthen das Blech zunächst mit Salzsäure und lässt dann den heissen Löthkolben einwirken, so kann sich Chlorzink bei grossartigen Arbeiten in einer solchen Menge entwickeln, dass es die Schleimhäute der Nase und Augen heftig reizt und Blenorrhoen mit ätzender Absonderung erzeugt. Ist das Zink arsenhaltig, so kann sich auch Arsenwasserstoff entwickeln.

Bei **Messinglöthung** bringt man bisweilen Chlorzink direct mit Salmiak zusammen; es entwickeln sich dann neben Chlorzinkdämpfen Kupferchlorürdämpfe resp. Arsenchlorür, wenn das Messing arsenhaltig war. Auch bei Weissblecharbeiten benutzt man Chlorzink zum Löthen.

Mit Zinkoxyd bildet Chlorzink basische Chloride: einige dieser Verbindungen werden steinhart und auch in der Zahnheilkunde als Kitt benutzt.

Zinkchromat, chromsaures Zink $ZnCrO_4$ findet als gelbe Farbe in der Kattundruckerei Verwendung: als Zinkgelb kommt auch ein basisches Zinkchromat im Handel vor.

Das **Mahlen** des getrockneten Niederschlags muss beim Zinkgelb unter den nothwendigen Vorsichtsmassregeln geschehen.

Zinkgrün, Rinmann'sches Grün, ist ein durch Fällung eines Gemenges von Zinksulfat und Kobaltoxydullösung mit Natriumcarbonat entstehender Niederschlag, welchen man auswäscht, trocknet und glüht. Es ist eine schöne und ungefährliche Farbe.[9])

Zinksulfat, weisser Vitriol $ZnSO_4 + 7H_2O$ sollte als Desinfectionsmittel nur eine sehr beschränkte Anwendung finden, da es in Schlinggruben leicht die benachbarten Brunnen verderben kann. Tränkt man Leinwand mit Zinksalzen, so kann sich ein Theil des Oxyds als basisches Salz mit der Cellulose verbinden und die Leinwand zinkoxydhaltig machen.

Phenolsulfosaures Zink, Zincum sulfophenilicum $(C_6H_5SO_4)_2Zn + 7H_2O$ wird als Aetz- und Desinfectionsmittel benutzt.

Kadmium, Kd.

Kadmium kommt nie gediegen und auch nur in geringer Menge in den Zinkerzen vor. Der Name rührt von καδμία her, womit die Griechen Galmei bezeichneten. Im Galmei kommt es als Oxyd und in der Zinkblende als Schwefelverbindung vor. Da es leichter als Zink destillirt, so wird es auf den Zinkhütten bei der Destillation der zuerst übergehenden Theile gewonnen und alsdann durch Destillation gereinigt. Der zuerst in den Vorstössen sich absetzende Zinkrauch (Zinkstaub) ist häufig bräunlich gefärbt wegen seines Kadmiumgehalts, der 5—6 Procent betragen kann. In Deutschland wird es vorzugsweise in Oberschlesien dargestellt.[1])

Die **technische Anwendung** des Kadmiums ist nicht umfangreich; vorzugsweise wird es zu Metalllegirungen benutzt: so besteht *Wood*'s Metalllegirung aus Blei, Kadmium, Zinn und Wismuth. Auch in der Zahnheilkunde wurde früher ein Kadmium-Amalgam benutzt. Schwefelkadmium kommt en pâte in den Handel und dient zum Gelbfärben der Toiletteseifen oder auch als Malerfarbe.

Kadmiumsalze wirken mehr oder minder giftig ein; *Marmé*[2]) beobachtete nach seinen Versuchen an Thieren Schwindel, Erbrechen, Durchfall, Verlangsamung der Circulation und Respiration, Kräfteverfall, Bewusstlosigkeit und Krämpfe als die hervorstechendsten Symptome. Bei Injectionen in's Gefässsystem starben starke Hunde nach 0,03 Grm. eines Kadmiumsalzes; zu subcutanen Injectionen musste die zwei- bis drei-

fache Menge genommen werden, um gleiche Wirkungen zu erzeugen. Bei Kaninchen wirken 0,30—0,60 Grm. bei Einführung in den Magen letal.

Nach eigenen Versuchen war die Wirkung nach der Verwendung der verschiedenen Salze eine verschiedene. Einer Taube wurde eine wässrige Lösung von 0,5 Grm Bromkadmium eingeflösst; sofort fiel sie ohne alle Convulsionen todt hin. Nach 0,5 Grm. Chlorkadmium trat bei einer Taube 3 Min. nach der Ingestion ein angestrengtes Athmen ein; sie vermochte dann nicht mehr zu stehen und selbst beim Sitzen lehnte sie sich an einen Gegenstand an. Nach 5 M. hörte Respiration und Herzthätigkeit auf; 1 M. nachher zeigten sich noch leichte Convulsionen.

0,25 Grm. Kadmiumsulfat erzeugte bei einer Taube nach 30 Min. Erbrechen und nach 2 Stunden Diarrhoe; die Fresslust schwand, die Abmagerung war sichtbar und 8 Tage nachher wurde sie todt gefunden.

Eine andere Taube erhielt ebenfalls 0,25 Grm. Kadmiumsulfat. Das genossene Futter wurde meist ausgebrochen und die Ausleerungen waren wässrig. Ohne andere auffallende Symptome wurde die Taube mit jedem Tage hinfälliger und magerer, bis sie am 14. Tage todt gefunden wurde.

Bei der Section zeigte sich in allen Fällen ein von dunklem, dickflüssigem und geronnenem Blute strotzendes Herz, während namentlich Gehirn und Lungen eher von blasser Farbe waren. Beim letzten Versuche konnte Kadmium in der Leber nachgewiesen werden; nachdem dieselbe mit Salpetersäure gekocht worden, wurde mit Kali caust. übersättigt, eingedampft und verpufft, der Rückstand dann in Wasser gelöst, filtrirt, mit Salzsäure gekocht und mit H_2S behandelt. Der entstandene gelbe Niederschlag war in Ammoniumcarbonat unlöslich und feuerbeständig.

Blei, Pb.

Blei gehört zu den sehr verbreiteten und am längsten bekannten Metallen. *Plinius* unterschied zuerst Plumbum nigrum (Blei) von Plumbum candid oder album, d. h. Zinn. Blei kommt meist als Bleiglanz, mit Schwefel, im Weissbleierz als Carbonat, im Grünbleierz als Phosphat, im Rothbleierz als Chromat und im Gelbbleierz als Molybdat vor. In Commern (Rheinprovinz) ist das Bleicarbonat mit Bleiglanz, Kobalt, Kupfer, Antimon und Arsen im Sande eingesprengt. Bleierde nennt man im Allgemeinen alles mulmig gewordene Blei, welches durch Schlämmen von der Gangart befreit wird.

Einwirkung von Blei und seinen Verbindungen auf den thierischen Organismus. In der Industrie sind es besonders die Hüttenarbeiter, die Bearbeiter des Bleies, die Anstreicher, Lackirer, Maler, Vergolder, Goldarbeiter, Rothgiesser, Farbenreiber, Emailleure, die Glaser und Glasschleifer, Grundirer, Kattundrucker, Färber, Coloristen, die Schriftgiesser, Schriftschleifer, Notenstecher, Schriftsetzer, Schrotgiesser, Töpfer, Fayencefabricanten, Bronzirer, die Papiertapetenfabricanten u. s. w., welche leicht von Bleiintoxicationen befallen werden.

Wenn das metallische Blei in Folge häufiger Manipulationen mit demselben Krankheiten erzeugt, so ist hierbei jedenfalls die Hautthätigkeit mit in Anschlag zu bringen, insofern die wässrige Absonderung der Haut Oxydation und Auflösung des Metalls begünstigt.[1])

In der Mehrzahl der Fälle in der Industrie ist es indessen der metallische Staub oder der Staub von Bleiverbindungen (Bleiweiss, Mennige), welcher durch Inhalation dem Organismus einverleibt wird; der Bleidampf ist ebenfalls ein Oxydationsproduct des Metalls und bewirkt am leichtesten eine Intoxication, da er auf dem Wege der Respirationsorgane rasch in's Blut gelangt.

Nach *Heubel*'s Versuchen an Hunden nimmt das Knochengewebe eine grössere Quantität des Bleies als andere Organe auf; hierauf folgen nach der Menge des Blei-

gehalts die Nieren und die Leber. die Centraltheile des Nervensystems: das Rückenmark und das Gehirn, sodann die Muskeln, das Herz und die Lungen.[2])

Mit *Heubel* kann man eine besondere Affinität des Bleies zum Nervensystem annehmen: die meisten Symptome, welche bei einer Bleiintoxication auftreten, können auch in der That unschwer auf Läsionen des Nervensystems zurückgeführt werden. Zu diesen Affectionen peripherischer. sensibler und motorischer Nerven gehören namentlich die Bleiarthralgie, die Bleikolik. die Bleiparalysen. die Anaesthesia saturnina und Bleicontracturen. Leiden, die mit und ohne Bleidyskrasie verlaufen.

Die Annahme liegt nahe, dass gewisse Körperstellen oder Organe, zu denen höchst wahrscheinlich das Knochengewebe. die Leber und Nieren gehören, das Blei längere Zeit aufzuspeichern vermögen, ohne dass dadurch eine bemerkenswerthe Störung der Function dieser Organe eintritt. Aus diesem Umstande lassen sich allein die nicht seltnen Recidive der Bleivergiftung erklären. ohne dass von aussen her neue Quantitäten des Giftes aufgenommen worden sind. Im Magen bilden die Bleisalze Bleioxyd-Albuminate und gehen als solche in das Blut über. und doch ist aus den Untersuchungen von *Heubel* ersichtlich. dass sich wenigstens im Blute der vergifteten Thiere stets nur sehr geringe Mengen von Blei nachweisen lassen. Hiermit stimmen die Untersuchungen von *Tiedemann*, *Gmelin*, *Lassaigne*, *Chevallier* und Andern überein. welche im Blute der an Bleivergiftung gestorbenen Menschen stets entweder nur Spuren von Blei oder auch gar kein Blei chemisch nachweisen konnten. Das vom Blute aufgenommene Blei geht somit in die Organe und Gewebe des Körpers über und bildet mit den organischen Körpertheilen schwer lösliche Verbindungen. Hieraus lässt sich die grosse Schwierigkeit oder Unmöglichkeit. manche durch das Blei hervorgerufene Leiden zu heilen. erklären: Blei. Quecksilber und Arsen sind in dieser Beziehung drei Gifte von gleicher Gefährlichkeit.

Mit Bleidyskrasie, Saturnismus chronicus, bezeichnet man den Krankheitszustand, der durch das Eindringen relativ kleiner, aber oft wiederholter Bleimengen in den Organismus entsteht; er gibt sich oft weniger durch locale Anomalien als durch Störungen der Digestionsorgane, des Blut- und Nervensystems kund. Zum Symptomencomplex dieser Bleidyskrasie gehört eine schmutzig-gelbe Färbung der Haut; bisweilen tritt auch eine Art von Icterus auf, namentlich wenn Bleiacetat per os aufgenommen worden ist. Häufig kommt der schiefergraue Rand am Zahnfleisch vor, der nur ein paar Millimeter breit ist; bei fortschreitender Krankheit kann sich aber die Färbung dem ganzen Zahnfleisch mittheilen. Sie entsteht dadurch, dass Bleialbuminat mit dem am Zahnfleisch bei unreinlichem Verhalten aus Speiseresten sich entwickelnden Schwefelwasserstoff Schwefelblei bildet; daher beobachtet man diesen Bleirand des Zahnfleisches zuweilen, ohne dass sich anderweitige Erscheinungen der Bleiintoxication kundgeben: ausserdem kann er auch aus andern Ursachen entstehen. [3])

Charakteristisch sind ferner für die schweren, in der Industrie aber nur zufällig vorkommenden Fälle von Vergiftung nicht bloss ein foetider Mundgeruch, sondern auch ein übler und für die Umgebung höchst widerlicher Geruch, der von dem ganzen Körper dieser Kranken ausgeht. ferner der metallische Geschmack. Uebelkeit, Erbrechen, die schwarz gefärbten. schaafkothähnlichen. höchst stinkenden Stuhlentleerungen, der sparsame. dunkel gefärbte Harn bei grösstem Durste: alle Secretionen sind mehr oder weniger vermindert Im Gebiete der Circulation fällt der kleine und langsame Puls auf. während in den Venen Stauungen und Ausdehnung der Wandungen beobachtet werden. Bei fortgesetzter Einwirkung des Giftes wird dann auch das Nervensystem ergriffen.

Die Läsion des Nervensystems kennzeichnet sich durch Ohrensausen. Schwindel, Schwäche der Musculatur. schwankenden Gang. Zittern. Depression des Gemüths und Geistes, sogar durch Delirien und Irrsein. Nur bei fortgesetzter Ingestion des Giftes wird diese deletäre Affection des Nervensystems beobachtet. mit welcher sich dann die grösste Abmagerung verbindet. so dass die Kranken einem Gerippe gleichen. Die Tabes saturnina oder Bleiabzehrung führt bei trockner. gerötheter Zunge. starkem Durst unter hydropischen Erscheinungen, Decubitus oder hypostatischen Lungenentzündungen zum Tode. Der Sectionsbefund liefert selten einen charakteristischen Befund: geringe Hyperämien der Gehirnhäute. Serum in den Ventrikeln, blutiges Serum in der Brusthöhle. schlaffes und wenig Blut enthaltendes Herz, blutleere Lungen und dünnflüssiges Blut zeigen sich vorherrschend. Die Leber erscheint nicht immer atrophisch, sondern

bisweilen, namentlich nach Bleiacetat, sehr ausgedehnt und den Magen bedeckend, die Gallenblase mit dunkler Galle angefüllt, die Schleimhaut des Magens mit schwarzem Schleim bedeckt nebst schwachen Erosionen im Magengrunde. Es kommt hierbei auf die Art der Aufnahme, die Natur und Menge der Bleiverbindung an, welche eingewirkt hat. Bei grösseren Mengen kann post mortem die Diagnose durch den chemischen Nachweis des Bleies sichergestellt werden.[4])

Bleikolik ist die häufigste Form der Erkrankung in der Industrie. Im Jacobshospital zu Leipzig kamen im Verlauf von 10 Jahren unter 142 Bleierkrankungen 77 Fälle von Bleikolik vor.[5]) Charakteristisch für dieselben ist die Verminderung der Schmerzen durch starken Druck, die Contraction der Darmmuskeln und das Eingezogensein des Leibes; seltner ist der Leib normal oder aufgetrieben. Diese Kolik hat bekanntlich viele Namen erhalten; die Malerkolik, die Töpferkolik, die Kolik von Poitou, die Hüttenkatze, die Bergsucht u. s. w. sind nur als Bleikolik aufzufassen. Am häufigsten wird sie durch Bleiweiss erzeugt, daher auch Anstreicher und Arbeiter in den Bleiweissfabriken das grösste Contingent hierzu liefern. Ausser der hartnäckigen Verstopfung, welche häufiger auftritt als Diarrhoe, und den sehr heftigen, aber nicht lange dauernden Paroxysmen der Schmerzen, zu denen sich bisweilen Delirien, sogar allgemeine Convulsionen gesellen, ist besonders der langsame Puls und die beschleunigte Respiration mit kurzen, abgebrochenen Inspirationen hervorzuheben.

In Paris kommt die Bleikolik am häufigsten in den heissen Jahreszeiten vor, womit auch die Beobachtungen in Deutschland übereinstimmen; sie kann sich fast mit allen andern Formen von Bleiintoxication verbinden.[6])

Die saturnine Arthralgie tritt ebenfalls anfallsweise auf; die afficirten Nerven entbehren der Erregbarkeit nicht. Die Schmerzen sind oft reissend, stechend, bohrend und haben meistens in den Flexoren ihren Sitz.

Die Arthralgie zeigt sich selten allein, häufig aber in Verbindung mit Bleidyskrasie. Im Leipziger Jacobs-Hospital kamen unter 75 Fällen von Arthralgie nur 7 ohne Complication vor; 56 davon waren mit Kolik, 5 mit Lähmung und 7 mit Encephalopathie verbunden. Am häufigsten soll diese Krankheitsform bei Mennigarbeitern vorkommen, obgleich sich hierüber nichts Bestimmtes feststellen lässt, da auch die Constitution und die Krankheitsanlage die Form der Erkrankung mitbedingen werden. Sie kommt auch bei Schriftsetzern vor; in den höhern Graden kann sie sich auf alle Extremitäten erstrecken; im Allgemeinen nimmt sie die Muskelpartien der Extremitäten, bisweilen nur Nacken und Lendenmuskeln ein und ist daher mehr Myalgie als Arthralgie.[7])

Bleianästhesie kann oberflächlich und tiefer gelegene Nerven ergreifen. Bleicontracturen zeigen sich vornehmlich am Ellenbogen- und Handgelenk.

Bleilähmungen sind meist Theilerscheinungen der Bleidyskrasie; sehr häufig werden nur einzelne Muskelgruppen von der Lähmung befallen, namentlich sind es die Strecker der obern Extremitäten, welche zuerst die Symptome der Lähmung darbieten. Das Leiden kann sich von den Extensoren und Supinatoren am Vorderarme auf den M. Triceps und Deltoideus fortpflanzen, aber auch die Ober- und Unterschenkel können von diesem Leiden ergriffen werden, so dass bei zunehmendem Uebel alles Gehen unmöglich ist. Die Erregbarkeit der afficirten Nerven ist verschwunden und selbst starke Reize vermögen keine Erregung mehr hervorzurufen. Man will in einigen Fällen die elektrische Contractibilität noch früher beeinträchtigt gefunden haben als das willkürliche Bewegungsvermögen.

Bisweilen geht der Lähmung Muskelzittern voraus, welches mit dem Mercurial-Zittern Aehnlichkeit hat; auch kann sich der Tremor mit Paralyse und Anaesthesie compliciren.

Der Portier eines Kirchhofes zu Bordeaux pflegte die Ueberreste aller hölzernen Grabkreuze, welche meistens mit bleihaltigen Farben angestrichen waren, als Heizmaterial zu benutzen; der Kamin rauchte viel und liess den Rauch in's Zimmer zurücktreten. Allmählig wurde er von Paralyse der Extensoren der rechten obern Extremität, namentlich des Vorderarms, befallen, wozu sich Kolikschmerzen gesellten; die Flexionsbewegungen blieben unversehrt; die Lähmung der Finger nahm so zu, dass das Schreiben unmöglich wurde. Erst nach Entdeckung der Krankheitsursache trat ein Stillstand und später auch Besserung des Leidens ein.[8])

Die Paralysen treten nicht selten gleichzeitig mit Kolik, Zittern, Anästhesie, Arthralgie und Muskelatrophie auf, unter 19 Fällen im Leipziger Hospital kamen nur 6 reine Fälle vor; 4mal waren alle Extremitäten, 2mal die linken obern und untern, 10mal die obern und 22mal die untern ergriffen; sehr selten bildet die Paralyse die erste Erkrankung. Amaurosis beobachtet man ebenso selten als selbstständige Krankheit.

Ein 34jähriger Mann hatte 3 Tage hindurch in einem Keller die metallischen Abfälle in einer Bleiweissfabrik aufzuräumen gehabt und wurde danach von Kopfschmerzen, rechtseitiger Ciliarneuralgie und dann von Nebelsehen befallen; auch Leib- und Muskelschmerzen gesellten sich hinzu. Am rechten Auge war die Sehschärfe bis auf $1/3$ gesunken, das Sehfeld aber nicht eingeengt; die Arterien zeigten sich normal, die Venen etwas erweitert und von Blut strotzend.[9])

Auch nach Gebrauch von bleihaltigem Schnupftabak beobachtet man bisweilen eine auf die M. deltoidei und die Extensoren beschränkte Bleilähmung.[10])

Gesichtslähmungen entwickeln sich vorzugsweise nach dem Gebrauch von bleihaltigen kosmetischen Mitteln und bleiben oft locale Leiden.[11])

Bleieklampsie tritt als ein eklamptischer oder epileptischer Anfall auf und kann sich namentlich den heftigen Bleikoliken hinzugesellen; sie ist eine besondere Form der Encephalopathia saturnina.

Heubel sah bei vergifteten Hunden eklamptische und epileptische Erscheinungen, die einzigen Formen der saturninen Gehirnaffection, welche stets unter schwerem Coma mit intercurrenten eklamptischen Convulsionen auftreten. In beiden Fällen liessen sich die Symptome am ehesten auf eine durch Gehirnödem bedingte capilläre Anämie des Gehirns zurückführen.

Traube und *Rosenstein* haben auf die grosse Aehnlichkeit der saturninen Eklampsie mit den Erscheinungen der sogenannten urämischen Intoxication aufmerksam gemacht.[12])

Encephalopathia saturnina nennt man im Allgemeinen die Bleivergiftung mit bestimmten Gehirnaffectionen, mit Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, veränderter Gemüthsstimmung, Abnahme des Gedächtnisses, des Gesichts, Schwindel, verschiedenen Formen der Geistesstörung, Delirien, Manie oder auch Melancholie; in grössern Irrenanstalten begegnet man nicht selten diesem Krankheitszustande auch als Folge der gewerblichen Beschäftigung mit Blei.

Zu den tiefen, durch Blei bewirkten Gesundheitsstörungen gehören noch die Caries und Nekrose, eine Krankheitsform, welche als Bleiaffection nicht so auffallend erscheint, wenn man sich erinnert, dass das vom Organismus aufgenommene Blei vorzugsweise in den Knochen abgelagert sein soll [13])

Dass die Krankheit am häufigsten am Oberkiefer auftritt, hat seinen naturgemässen Grund in dem Umstande, dass alles Blei, welches per os aufgenommen wird, zunächst mit der Mundschleimhaut in Berührung kommen muss.

Der Speichel ist zwar ein geeignetes Auflösungsmittel für Bleioxyd und die meisten Bleisalze, wirkt aber viel Bleistaub auf die Arbeiter ein, so kann derselbe auch am Zahnfleisch haften bleiben, was durch die Bildung des schiefergrauen Randes am Zahnfleisch nachgewiesen wird, um dann bei stets erneuter Zufuhr in den zunächst gelegenen Knochen abgelagert zu werden

Auch auf der Nasenschleimhaut kann eine solche Ablagerung oder theilweise Lösung des Giftes stattfinden. Gelangen die Bleitheile tiefer in die Bronchien, so sind die Störungen im Bereiche der Athmungsorgane nicht ausgeschlossen.[14])

Bekanntlich hat man auch eine Aphonia saturnina angenommen; selbst bei

Pferden in Bleiweissfabriken sollen Leiden der Athmungsorgane vorkommen; *Gurlt*, *Hertwig* und *Günther* wollen sogar Atrophie und Entfärbung der Aeste des N. recurrens bei solchen Pferden beobachtet haben.

Es gibt kein gefährlicheres und in der Industrie mehr verbreitetes Metall als das Blei; seine Gefährlichkeit beruht vorzüglich in dem Umstande, dass seine Wirkung nicht sofort eintritt, sondern sich meist erst bemerkbar macht, wenn es schon längere Zeit im Organismus verweilt hat; deshalb werden häufig die Vorsichtsmassregeln unterlassen, die unter allen Umständen geboten erscheinen, mag das Blei als metallischer Staub, als Bleioxyd oder Bleisalz vom Organismus aufgenommen werden.

Die meisten Erkrankungen liefern die Bleiweiss- und die Mennige-Fabriken, weil hier häufig in grossartigem Massstabe gearbeitet und dann nicht die Vorsicht und Aufmerksamkeit beobachtet wird, welche die Gefährlichkeit des Fabricats verlangt. Verf. kannte einen Fabricanten, der ein Decennium lang tagelang in seiner Bleiweissfabrik verweilte und schliesslich der Bleiwirkung erlag, ohne dass er selbst jemals eine Arbeit dort verrichtet hatte; der Bleiweissstaub, dem man dort auf jedem Schritt begegnete, war die unmerkliche Veranlassung seiner allmähligen Erkrankung gewesen.

Weil aber der Arbeiter mit keinem Gifte mehr in Berührung kommt als mit Blei, so hat die öffentliche Gesundheitspflege die dringendste Aufgabe, nicht nur auf die gefährlichen Folgen dieses Giftes hinzuweisen, sondern auch Schutzmassregeln anzuordnen, die mit Strenge durchzuführen sind.[15])

Hüttenmännische Gewinnung von Blei. Das meiste Blei wird aus Bleiglanz dargestellt, der durch Handscheidung zerkleinert, gepocht und geschlämmt wird. Die Abfallwässer enthalten stets den Bleischlamm oder Schlich, der häufig noch zur Glasur des Töpferzeuges benutzt wird.

Um das Metall zu gewinnen, benutzt man 1) die **Niederschlagsarbeit** oder den **Eisen-Reductionsprocess** und zwar hauptsächlich bei quarzreichen Erzen, indem sich das Eisen mit dem Schwefel des Bleies verbindet:

$$PbS + Fe = FeS + Pb.$$

Die Erze werden mit Eisengranalien in Gebläse-Schachtöfen geschmolzen; man nennt diese Sumpföfen, wenn der Sammelraum für die geschmolzenen Erze (Sumpf) ausserhalb des Ofens liegt. Da schweflige Säure, arsenige Säure, Blei-, Zink-, Thallium- und Antimonoxyd-Dämpfe hierbei auftreten, so sind zur Condensation derselben stets Flugstaubkammern anzulegen; ihr Inhalt (Gestübbe, Gekrätze) enthält daher stets eine staubartige, aus den genannten Metallen bestehende Masse, welche sich beim Herausnehmen leicht entzündet und zusammensickert. Die früher erstarrenden Schlacken, die aus Bleistein (Schwefeleisen, Schwefelblei und Schwefelkupfer) oder Bleierzschlacken (ein Gemenge von verschiedenen Silicaten) bestehen, werden abgezogen, ehe man das geschmolzene Blei aus dem Sumpfe durch einen Canal abfliessen lässt.

2) Der **Röst- und Schmelzprocess** wird bei quarzarmem Bleiglanz in Flammenöfen mit in der Mitte vertieftem Herde (Tümpelherd) ausgeführt, um das Bleisulfid unter Entwicklung von schwefliger Säure theils in Bleioxyd und theils in Bleisulfat zu verwandeln:

$$PbS + 3O = PbO + SO_2 \text{ und } PbS + 4O = PbSO_4.$$

Die Sauerstoffverbindungen des Bleies wirken im weitern Verlaufe des Processes auf das noch unzersetzte Bleisulfid ein, so dass wiederum schweflige Säure entweicht und metallisches Blei zurückbleibt:

$$2PbO + PbS = 3Pb + SO_2 \text{ und } PbSO_4 + PbS = 2Pb + 2(SO_2).$$

Das Erz wird fein geschlämmt und als Schlich bearbeitet. Das geschmolzene Erz wird in der Mitte des Herdes, am Tümpel, durch das Stichloch in den Vortiegel abgelassen; auch hier gehen neben der schwefligen Säure die oben genannten metallischen Dämpfe ab. Auf dem Herde bleiben in dem gerösteten Erze noch Bleisulfat, Bleioxyd und Bleisulfid zurück, die im Schachtofen vollständig reducirt werden. In Frankreich verbindet man meist den Röst- und Reductionsprocess, namentlich bei quarzfreiem Bleiglanze.

Auch verhüttet man den Bleiglanz unter Mitwirkung von Wasser bei Glühhitze, indem man durch einen Tropfapparat beständig Wasser auf den Herd abfliessen lässt. Der Sauerstoff des Wassers bildet Bleioxyd und der Wasserstoff mit dem Schwefel H_2S. Man hat hierbei nur mit Sorgfalt auf die Beseitigung oder Verwerthung des Schwefelwasserstoffs zu achten.

Bleihaltigen Sand oder **Bleierde**, die Bleicarbonat enthalten, behandelt man mit Salzsäure und fällt aus der chlorbleihaltigen Lauge das Blei durch Aetzkalk, so dass einerseits Chlorcalcium, andrerseits **Bleihydrat** $Pb(OH)_2$ entsteht. Der gesammelte und getrocknete Niederschlag wird in Retorten durch Theerdämpfe reducirt, wobei Salzsäure, die von dem gleichzeitig gebildeten und im Präcipitat enthaltenen **Bleioxychlorid** ($PbCl_2 + PbO$) herrührt, und Kohlenoxyd entweichen; letzteres muss verbrannt und die Salzsäure condensirt werden.

Sanitäre Massregeln bei der Verhüttung des Bleies.

Beim **Gewinnen** und **Scheiden der Erze** ist der Staub im Allgemeinen unerheblich, in höherm Grade bei der **Handscheidung** oder beim Ausklauben; es ist hierbei um so grössere Vorsicht nöthig, wenn das Erz arsen- oder antimonhaltig ist (Bleischweif). Das **Pochen** geschieht stets unter Mithülfe von Wasser; beim **Schlämmen** enthalten die Wässer stets Bleisulfid und Bleisulfat suspendirt. Schlämmteiche dürfen daher niemals mit Flüssen oder Bächen direct in Verbindung stehen, namentlich müssen sie hinreichend gross sein, um die Ablagerung der Metalltheile zu begünstigen.

Beim **Verhütten** der Erze treten mit schwefliger Säure, Kohlensäure, Kohlenoxyd stets die Dämpfe der verschiedenen Metalle auf. Die Benutzung der schwefligen Säure zur Schwefelsäure-Fabrication wird sich auch hier bewähren; in Freiberg hat man schon angefangen, Bleierze von 25—30% Blei mit Zusatz von kiesigen Erzen oder auch von geröstetem Erz in den Schüttöfen abzurösten (s. S. 164 und 693). Der **Bleidampf** oder **Bleirauch** ist meist bleioxydhaltiger Dampf; Bleisulfid, Bleisulfat und Bleicarbonat sind zwar vollständig fix, sie werden aber häufig mit den Dämpfen fortgerissen. Alle Schmelzöfen müssen daher mit Condensationsapparaten versehen sein. Die Flugstaubkammern (s. S. 293), die man gegenwärtig weniger gross als sonst, aber in grösserer Anzahl anlegt, werden in der Regel direct hinter der Feuerung angebracht; stets muss aber der Ein- und Austritt der Gase und Dämpfe in dem First der Kammern stattfinden, damit sich in ihrem untern Theile die Luft in Ruhe befindet und dadurch das Absetzen des Staubes erleichtert wird. Auf diese Kammern müssen häufig noch Giftfänge oder Absorptionscanäle folgen, welche wieder durch kleinere, aber mit vielen Abtheilungen (Zwischenwänden) versehene Kammern unterbrochen werden. In England gibt es Leitungen dieser Art, welche oft eine Ausdehnung von 10—15 Kilometer, eine Höhe von 2 Meter und eine Breite von 1,5 Meter haben; die dazwischen liegenden Condensatoren sind ca. 3—4 Meter lang, 1,5 Meter breit und 3,5 Meter hoch. Aus solchen Zügen sind in England im Verlauf eines Jahres schon 80,000 K. Blei gewonnen worden; ausser diesem Gewinne wird aber auch der Hauptzweck der Einrichtung, Schutz des Culturlandes, erreicht; je länger die Züge sind, desto kräftiger muss auch der Zug des mit denselben verbundenen Schornsteins

sein, dessen Wirkung häufig noch durch eine besondere Feuerung zu verstärken ist.

Bei der Entfernung des Flugstaubes, Giftmehls oder Hüttenrauchs müssen die Arbeiter alle Vorsichtsmassregeln gebrauchen; derselbe kann in Folge der Oxydation oder Aufnahme von Kohlensäure Bleisulfat oder Bleicarbonat neben Arsen, Zink, Thallium oder auch bisweilen neben Molybdänblei, Tellur u. s. w. enthalten. Eine Hauptregel ist es, dass die Arbeiter erst nach vollständiger Abkühlung der Kammern diese betreten.

Ganz besonders wird die Condensation der Bleidämpfe durch Wasser begünstigt. Zu diesem Zwecke wird durch eine Dampfmaschine eine mit diagonalen Schaufeln besetzte verticale Scheibe, welche halb in Wasser läuft, in einem cylindrischen Raume gedreht; es entsteht dadurch die Wirkung eines Exhaustors und die mit Bleioxyd beladenen Rauchgase kommen gleichzeitig mit dem Wasser in innigste Berührung. Das Wasser fliesst am Ende des Cylinders, der mit dem Schornstein in Verbindung steht, in seitliche Bassins zur Ablagerung des Bleioxyds, während frisches Wasser zufliesst; diese grosse Menge von Wasser ist aber schwer zu bekämpfen und daher ein Uebelstand.

Da das Wasser bei der hohen Temperatur sofort als Dampf auftritt, so ist es jedenfalls weit einfacher, die Condensation durch Einblasen von Wasserdämpfen zu erzielen. Das Verfahren des belgischen Ingenieurs Fallize verdient deshalb den grössten Beifall, der den Ofenrauch direct mit Wasserdampf mischt und das Ganze in einer Art von Koksthurm einem künstlichen Regen aussetzt, durch den die Condensation aller Dämpfe möglichst vollständig erfolgt; jedenfalls versprechen die in dieser Richtung eingeschlagenen Versuche grossen Erfolg.[16])

Bleiindustrie.

Die weiche und dehnbare Beschaffenheit macht das Blei für sehr verschiedene Gewerbe brauchbar; dabei schmilzt es schon bei 325° und kann in der Weissgluth überdestillirt werden. Das geschmolzene Blei überzieht sich stets mit einer grauen Asche (Bleiasche), die wahrscheinlich aus Suboxyd besteht. Man unterscheidet Jungfernblei (reinstes Blei), Werkblei, das noch Silber neben Kupfer, Zink u. s. w. enthält und zum Entsilbern benutzt wird; Hartblei ist ein unreines, an Antimon und Arsen reiches Blei.

Bearbeitung des metallischen Bleies. Man stellt **Block-, Tafel-** und **Walzblei** dar; ersteres wird auf den Hütten durch Giessen des geschmolzenen Bleies in Blockform gewonnen. Die Tafeln und Platten werden sehr wenig durch **Giessen**, meist durch **Walzen** dargestellt. Beim Giessen fällt das Blei auf eine Sandunterlage; ist der Sand feucht, so macht das verdunstende Wasser im Blei Blasen, die explosionsartig zerplatzen und das Blei herumschleudern; man muss daher stets für trocknen Sand sorgen.

Beim **Walzen** haben sich die Arbeiter nur vor Verletzungen zu hüten; es ist fast immer mit dem **Pressen der Bleiröhren** verbunden; dies geschieht durch den Druck einer hydraulischen Presse, welche das Blei in einem Cylinder gegen einen Conus andrückt, der mit einem keilförmigen Eisen bis auf die ringförmige Dicke des anzufertigenden Rohrs geschlossen ist. Ein sanitärer Nachtheil ist mit dem vorhergehenden Schmelzen nicht verbunden, da dies nicht bis zur Oxydation stattfindet; die Oberfläche des schmelzenden Bleies hat einen geringen Umfang und wird ausserdem noch mit Fett u. s. w. zur Verhütung der Oxydation bedeckt.

Beim gewalzten Blei interessiren uns am meisten die **Bleifolien**, da sie noch immer häufig zum Verpacken von Nahrungs- und Genussmitteln, von Käse, Würsten, Chocolade, Kaffeesurrogaten und namentlich von Schnupftabak u. s. w. benutzt werden;

beim letztern sind es besonders die sauren oder salzigen Saucen, welche die Oxydation einleiten und auch die Löslichkeit des gebildeten Bleioxyds bedingen; bei Käse sind es die Ammoniumsalze und bei den Würsten ist es das Kochsalz, wodurch die Oxydation des Bleies befördert wird (s. bleihaltige Zinnfolien).

Man stellt auch Bleifolien dar, die mit dünnen Zinnfolien belegt und zusammen ausgewalzt werden; sie bekommen leicht Risse und wirken dann ebenso nachtheilig wie die Bleifolien ein.

Bei **Anwendung der Bleiplatten** zur Bedachung und zur Darstellung der Abzugsröhren der Dächer ist besonders der Bleigehalt des aufgefangenen Regenwassers zu berücksichtigen.[17]) Gewalzte Bleiplatten oxydiren sich sehr rasch an der Luft und überziehen sich mit einer weissen Haut (Bleihydrat oder Bleicarbonat). Aus solchen Bleiplatten construirte Gefässe sollte man nie zur Aufbewahrung von Wasser benutzen und alle schützende innern Ueberzüge sind nicht zuverlässig. Man hat besonders **Phosphorblei** dazu benutzt, indem man Phosphor in Schwefelwasserstoff löst und die Lösung mit dem Innern der Gefässe bis zur Verdunstung des Phosphors in Berührung bringt; das sich bildende Phosphorblei ist zwar selbst unlöslich und widersteht auch energisch der Oxydation, trotzdem hat sich diese Methode nicht bewährt.

Bringt man die Gefässe mit Schwefelalkalien zusammen, so bildet sich Bleisulfid, welches sich aber allmählig in Bleisulfat verwandelt; **elastische Firnisse**, ein Ueberzug mit **Paraffin** oder **Mastixfirniss**[18]), werden nur kurze Zeit schützen. Es entstehen hierbei stets kleine Haarrisse, welche dem Sauerstoff den Zutritt zum Blei gestatten; deshalb ist auch das **Verzinnen von Blei** stets zu vermeiden, weil schon die ungleichartige Ausdehnung beider Metalle beim Temperaturwechsel das Abschilfern des Ueberzugs und ein Blosslegen des Bleies bewirkt*).

Für **Verwendung der Bleiröhren zu Wasserleitungen** hat man stets das Verhalten des Bleies zum Wasser zu berücksichtigen.[19]) Der Gehalt des Wassers an Sauerstoff und Kohlensäure bedingt zunächst die Bildung von Bleihydrat, das schwer löslich ist, und von Bleicarbonat, das zu Boden sinkt; ganz besonders rasch geht dieser Process bei der Einwirkung von Wasserdämpfen vor sich. Es entsteht dann weiter die Frage: welche Zusammensetzung hat das Wasser? Je reicher das Wasser an feuerbeständigen Salzen ist, desto weniger wird die Oxydation des Bleies begünstigt; bekanntlich löst Regenwasser das Blei viel leichter auf als Brunnenwasser, weil es ärmer an Salzen ist und dem destillirten Wasser am nächsten steht. Bilden die vorhandenen Salze aber unlösliche Bleiniederschläge auf der innern Fläche der Bleiröhren, so werden diese vor weiterer Oxydation geschützt und die Einwirkung des Wassers hört auf (s. S. 121).

Eine **Decke** von **Carbonat**, **Sulfat** oder **Phosphat** schützt am meisten; kommen aber **Chloride** hinzu, die zersetzend auf diese einwirken, so hört der Schutz auf. Natriumphosphat und Ammoniumsulfat zersetzen zwar das Bleicarbonat, das sich bildende Bleiphosphat und Bleisulfat wirken aber wiederum schützend ein, da namentlich Bleisulfat unlöslich in Wasser ist.

Salpetrig- oder salpetersaures Calcium werden mehr oder weniger Bleinitrate bilden, die in Wasser leicht löslich sind. Ganz besonders greifen organische Substanzen (Zucker, Pflanzensäfte, Humussäuren u. s. w.) das Blei stark an; ist die organische Substanz stickstoffhaltig, so kann sich Ammoniak bilden, das als solches oder später als Nitrit das Blei angreift. Die Ursachen, aus welchen Blei von Wasser angegriffen wird, sind daher hauptsächlich in seinem Gehalte an Luft, Chloriden, Nitriten, Nitraten und organischen Substanzen zu suchen**).

---

*) Man sollte überhaupt Blei so wenig als möglich mit andern Metallen in Berührung bringen.

**) Bleihaltiges Wasser wird am besten durch Filtration mit Knochenkohle oder Kalkstein gereinigt.

Es ist sehr zu berücksichtigen, dass mit Veränderung der Bestandtheile des Wassers auch die Möglichkeit der Aufnahme des Bleies eintreten kann. Röhren, welche früher bleifreies Wasser lieferten, können nach der Speisung mit anders zusammengesetztem Wasser demselben Blei zuführen: gebrauchte Röhren müssen bei einer neuen Verwendung stets durch Essigsäure und nachfolgendes Ausspülen mit Sodalösung von der Oxydschicht befreit werden.[19])

Es ist somit leicht ersichtlich, dass eine Menge von Ursachen bei Wasserleitungen durch bleierne Röhren, beim Aufbewahren von Wasser in bleiernen Gefässen oder beim Destilliren des Wassers in bleihaltigen Zinnblasen einwirken können, welche die Löslichkeit des Bleies einleiten und begünstigen. Abgesehen von einer Menge sehr charakteristischer Vergiftungsfälle, die auf diese Weise veranlasst worden sind, gibt es aber noch viele Krankheitszustände, die im Verborgenen schleichend in ihren ätiologischen Verhältnissen kaum je aufgeklärt werden; grade aus letzterer Ursache sollte man stets mit der grössten Strenge über alle Geräthe und Utensilien wachen, die bleihaltig sind*).

Zu **Legirungen** wird vorzüglich Blei mit Zinn benutzt (s. Zinn).

Schrotfabrication. Man stellt die Schrotkörner aus geschmolzenem Blei her, das man durch eine Art von Sieben aus einer gewissen Höhe in Wasser fallen lässt. Diese Zertheilung des Bleies zu runden Körnern wird durch einen geringen Zusatz von Arsen bewirkt. Je nach dem ursprünglichen Arsengehalt des Bleies setzt man 0,3—0,8 % Arsen zu und zwar entweder als Schwefelarsen oder als arsenige Säure: in letzterm Falle muss das geschmolzene Blei mit einer Kohlenstaubschicht bedeckt werden, um seine Verflüchtigung zu verhüten, weil bis zur Rothgluth erhitzt wird. Die Menge des Arsens darf nicht zu gross sein, weil sonst die Rundung der Körner nicht erfolgt. Das Wasser, in welches die Körner fallen, enthält stets mehr oder weniger Arsen neben Blei und muss in wasserdichten Behältern gesammelt und sachgemäss behandelt werden, ehe es zum Abfluss gelangt: ganz polizeiwidrig ist es, für diese Fabrication alte Brunnen zu benutzen, weil die benachbarten Brunnen auf solche Weise vergiftet werden können.

Die aus dem Wasser genommenen Körner werden getrocknet, mit Graphit in sogen. Scheuertonnen polirt und schliesslich durch Sieben sortirt. Nur in England benutzt man bisweilen statt Graphit Quecksilber oder Zinnamalgam, um die Körner glänzend weiss zu machen, eine Methode, die keinen technischen Vortheil und nur sanitäre Bedenken in sich schliesst.

Bekanntlich spült man Wein- und Bierflaschen mit Schrotkörnern aus; die Fälle sind nun nicht selten, dass zurückgebliebene Schrotkörner die betreffenden Getränke vergiftet haben; man sollte daher bei diesem Verfahren vorsichtiger sein.

An den **Jacquard'schen Webstühlen** werden die Gegengewichte aus Blei angefertigt, welche durch Reiben stets etwas vom Metall abgeben: der feine Metallstaub oxydirt sich leicht und möglicherweise werden die Weber grade wie die Setzer in Druckereien dadurch Bleiintoxicationen ausgesetzt, dass sie die mit Blei resp. Bleioxyd beschmutzten Finger mit Speisen oder mit der Mundschleimhaut in Berührung bringen. Man sollte diese Bleistäbe jedenfalls mit heisser Schwefelleberlösung behandeln, damit sich Schwefelblei bilde; noch mehr würden sich Stäbchen oder Kugeln von Barytglas eignen. Dass man überhaupt die Manipulation mit metallischem Blei zu beachten hat, beweist Folgendes: Bei der Garnfabrication benutzt man eine kleine bleierne Handhabe, zwischen der das abzuschneidende Garn mit der linken Hand gefasst wird, während die rechte die Schere führt. In Sheffield pflegen die Arbeiter meist den Nagel am Daumen für diese Arbeit lang wachsen zu lassen; man will nun die Beobachtung gemacht haben, dass sich in solchen Fällen, vielleicht durch die Ansammlung des Bleistaubes unter dem Fingernagel, am Daumen leicht Bleineuralgien ausbilden. Jedenfalls liefern solche Beispiele eine Illustration zu der Thatsache, dass Blei selbst bei einer örtlich beschränkten Aufnahme auf die Dauer nicht unschädlich bleibt und stets seine giftigen charakteristischen Eigenschaften entwickelt, auf welchen Wegen es auch in den Organismus eindringen mag.[20])

Das **Zerkleinern des Bleies** zur Darstellung von Bleiweiss geschieht in Trommeln oder Röhren, die mit Schnelligkeit um ihre Achsen gedreht werden. Bei der Bildung von Bleischlamm sind die Abfallwässer zu beachten, da sie stets bleihaltig sind und ohne Filtration (Kalkstein, Kohle) nicht abgelassen werden sollten.

Zu den technisch wichtigsten **Bleiverbindungen** gehört ausser der Bleiweissfabrication noch die Fabrication der Glätte und Mennige.

---

*) Man vergl. die Bierpumpen (S. 529), die Wasserpumpen (S. 121): man denke an die Siphons für kohlensaure Wässer, deren obere Kapseln oder Röhren ganz von Blei oder von einer schlechten Bleilegirung hergestellt werden. Die Erfahrung hat auch vielfache, hierdurch bewirkte Vergiftungen nachgewiesen.

Darstellung der Bleiverbindungen.

1) Industrie der Glätte und Mennige.

Bleioxyd PbO, das bei der Gewinnung des Silbers auf dem Treibherde entsteht, heisst **Silberglätte** und stellt ein hellgelbes, schweres Pulver dar, das sich in der Hitze vorübergehend roth färbt. In der Rothglühhitze schmilzt letzteres und erstarrt dann zu einer röthlichen, schuppigen Masse, zur **Glätte**; in der Weissgluth verflüchtigt sich das Oxyd vollständig. Ist die Glätte röthlich gefärbt und stammt sie vom Abtreiben goldhaltiger Erze, so heisst sie **Goldglätte**. Ein Bleioxyd, welches sehr fein zertheilt, nicht vorher geschmolzen und weniger krystallinisch ist als Glätte, heisst **Massicot** und eignet sich am besten für die Darstellung der Mennige.

Mennige, Minium Pb_3O_4 oder $2(PbO) + PbO_2$, eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd*), kommt nur sparsam frei in der Natur vor und wird fabrikmässig dargestellt.

Die **Darstellung im Grossen** geschieht durch Erhitzen von Bleioxyd (von Silberglätte auf Bleihütten) bis zur Dunkelrothgluth, dem ein langsames Erkalten folgt. Führt man die Fabrication in Bleiweissfabriken zur Verwerthung von verdorbenen Partien des Fabricats oder von Rückständen des metallischen Bleies aus, so geht die Calcination oder Oxydation der Materialien voraus, und zwar bei einer Temperatur, die unter dem Schmelzpuncte des Oxyds liegt, um zunächst **Massicot** zu gewinnen.

Die **Calcination** geschieht in Calciniröfen, deren Sohle eine schwache Neigung nach der Mitte zu hat, während die eigentlichen Mennigöfen eine von hinten nach vorn geneigte Sohle haben; beide Oefen gleichen einem gewöhnlichen Backofen.

Beim Calciniren verflüchtigt sich leicht Bleioxyd und es entsteht namentlich beim Umkrücken ein für die Arbeiter gefährlicher Staub; es müssen daher auch beim Calciniren die beim Mennigofen zu erwähnenden Vorsichtsmassregeln beachtet werden.

Auch die **Glätte**, welche im Handel meist in halb geschmolzenem Zustande vorkommt, erheischt noch Vorarbeiten, die im **Mahlen** mit aufrechtstehenden Läufern, im **Schlämmen**, im **Trocknen** und **Beuteln** bestehen. Erst die fein pulverisirte Glätte resp. das Massicot wird im Mennigofen unter beständigem Umkrücken einem Reverberirfeuer ausgesetzt, um die Mennige darzustellen.

Diese Fabrication wird meist in roher Weise ohne alle Beachtung der sich verflüchtigenden Bleidämpfe ausgeführt. Bei einem ordnungsmässigen Betriebe muss in der Tiefe des Ofens ein Canal in eine durch eine Scheidewand getrennte Flugstaubkammer führen; zwischen dieser und dem Schornstein befindet sich noch eine kleine Condensationskammer, in welche zeitweilig Wasserdampf zum Niederschlagen der Bleidämpfe eingeblasen wird**).

Sanitäre Verhältnisse bei der Fabrication der Mennige.

Die mit Mennige bedeckten und roth gefärbten Dächer der Anwohner von Mennigfabriken liefern häufig den augenscheinlichen Beweis für die Verflüchtigung der Bleidämpfe.

Das Mahlen der Glätte ist am ungefährlichsten, da hierbei ein Anfeuchten mit Wasser stattfinden kann. Die Schlämmwässer sind kupfer- und blei-

---

*) **Bleisuperoxyd** PbO_2 wird durch Behandeln der Mennige mit verdünnter Salpetersäure dargestellt:

$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2\,Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O.$$

Es bildet mit Basen, namentlich mit Kalk, bleisaure Salze (Haarfärbemittel) und ist meist ein Bestandtheil der phosphorfreien Zündhölzchen.

**) In England und Frankreich wird Massicot in Töpfen, die in Oefen eingesetzt sind, geglüht und man lässt es bei festem Verschluss des Ofens langsam erkalten. Hier entwickelt sich beim Füllen und Ausleeren der Töpfe viel Staub.

haltig und gehen nach dem Absetzenlassen der verwerthbaren Metalloxyde wieder in den Schlämmprocess zurück.

Das Trocknen der Glätte geschieht auf den Oefen, von wo aus sie mittels eines Trichters direct in den Reverberirofen abzulassen ist, wenn das Beuteln derselben nicht stattfindet, welches wenigstens nicht immer erforderlich ist; geschieht es, so sind alle Vorsichtsmassregeln wie beim Beuteln der Mennige um so nothwendiger, als der Staub der Glätte im Ganzen leichter löslich als der der Mennige ist.

Beim Oxydationsprocesse ist über der Beschickungsthür ein Schlot mit dem Schornstein in Verbindung zu setzen, um das Austreten des Bleistaubes in den Fabrikraum zu verhüten. Das Mischen und Umkrücken wird erleichtert, wenn der Wenderechen mit Rädern versehen ist; auch kann die Führstange desselben mittels einer entsprechenden Einrichtung an die Dampfmaschine angehängt werden.

Die Flugstaubkammer darf nie direct mit dem Schornstein in Verbindung stehen, weil sonst die bleihaltigen Dämpfe leicht mit den Feuerungsgasen in die Atmosphäre abziehen; sie wirken auf die Vegetation dadurch nachtheilig ein, dass sie die Oberfläche der Pflanzen überziehen und ihre Verdunstung mechanisch hemmen. Bilden sich allmählig Bleisalze, so dringen diese in die Pflanzen ein und bringen sie zum Absterben. Indem sich die Dächer der nächsten Häuser mit Bleistaub überziehen, wird auch das Regenwasser gefährdet und zu ökonomischen Zwecken unbrauchbar. Die Mennige gibt bei Lichteinwirkung und bei Gegenwart organischer Substanzen (Staub) an letztere den Sauerstoff ab; es können dann unter Umständen lösliche Salze entstehen.

Das Beuteln der fertigen Mennige soll nie, wie es meist geschieht, frei im Fabriklocale geschehen, es gehören dazu besondere Räume; sind diese nicht vorhanden, so errichte man wenigstens einen Bretterverschlag mit übereinander gefalzten Wänden; die Falzen sind ausserdem mit Leinwand oder Filzen zu verkleben, da der metallische Staub sehr leicht durch die Ritzen dringt.

Der Pulverisir-Apparat muss von aussen mittels einer Kurbel in Bewegung gesetzt und der Raum nicht eher betreten werden, bis aller Staub sich abgelagert hat, worüber man sich durch kleine Beobachtungsfenster Gewissheit verschafft. Der Kasten, in welchem sich das Pulver ansammelt, kann auch in der Wand des Bretterverschlags liegen, damit man den Raum nach dem Beuteln gar nicht zu betreten braucht. Vorzuziehen ist stets ein geschlossenes Walzensystem (s. Bleiweissfabrication S. 710).

Die **Verpackung der Mennige** geschieht in Fässern, die mit Papier verklebt sind. Bei allen diesen Manipulationen ist Staubentwicklung unvermeidlich: es müssen daher die Arbeiter Schwämme vor Mund und Nase binden und ganz dieselben Vorsichtsmassregeln wie in Bleiweissfabriken mit Strenge beobachten.

Verwendung findet die Mennige vielfältig zum Anstrich, namentlich der Seeschiffe, so dass Bleivergiftungen bei den Matrosen, die sich hiermit beschäftigen, gar nicht selten sind. Leichtsinniger Weise werden auch die Bottiche zur Aufbewahrung der Maische in Brauereien bisweilen mit Mennige angestrichen, so dass das Erkranken und Hinsterben des Viehes, dem eine solche Maische zum Futter dient, nicht verwundern kann.

Zum Färben der Rosshaare wird meist Mennige oder Bleiglätte mit Kalkmilch erwärmt, um das Filtrat als Färbemittel zu benutzen (s. S. 570).

Massicot-Mennige sind frei von Kupfer und dienen zu pharmaceutischen Zwecken. Die reinste Mennige heisst auch **Pariser Roth**. Die Glätte-Mennige wird speciell zur Glasfabrication, zum Anstrich und zur Darstellung der Kitte für Dampfleitungsröhren, Glasröhren u. s. w. benutzt. Es geschieht oft, dass man beim Montiren oder Dislociren von alten Dampfmaschinen die eisernen Ringe durch Glühen von der

Mennige- und Hanf-Umhüllung befreit und zwar in einer tragbaren Esse. Die Arbeiter haben alle Ursache, sich vor den hierbei auftretenden Dämpfen von Blei und Bleioxyd zu hüten, namentlich wenn diese Procedur nicht im Freien geschieht; Bleivergiftungen sind dann nicht selten Folgen der sich ansammelnden Dämpfe.

2) Bleiweiss-Industrie.

Bleicarbonat $PbCO_3$ kommt in der Natur als Weissbleierz vor; das künstlich dargestellte **Bleiweiss, Schieferweiss, Kremserweiss, Cerussa, (Plumbum hydrico-carbonicum)** ist ein Gemenge von Carbonat mit Bleihydrat: $2PbCO_3 + H_2PbO_2$; es ist in Essigsäure und kohlensäurehaltigem Wasser sowie in Kali- und Natronlauge löslich.

Bei sämmtlichen Methoden der **Darstellung**, deren es viele gibt, erzeugt man zuerst **Bleiessig** (Plumbum subaceticum), der durch Kohlensäure zerlegt wird.

Die wichtigsten Methoden sind folgende:

1) Die **holländische Methode**. Man bringt essigsaure Dämpfe (Abfälle von schlechtem Essig, Wein, saurem Bier u. s. w.) mit metallischem Blei zusammen, das gewöhnlich in spiralförmigen Platten in einem glasirten Topfe auf einem Ansatze ruht, damit es nicht direct mit der auf dem Boden befindlichen Essigquelle in Berührung kommt. Die Kohlensäure und Wärme werden durch Pferdemist, Lohe, Sägespäne u. s. w. geliefert, Substanzen, die in viereckig gemauerten Räumen (Logen) für die Aufnahme der mit einer Bleiplatte bedeckten Töpfe vertheilt werden; die Töpfe werden schliesslich mit Brettern und einer Lage Mist bedeckt.

Durch die Einwirkung der Essigsäure bildet sich zuerst **Bleiacetat (Bleizucker, Plumb. aceticum** $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 3H_2O$), der sich durch Aufnahme von 2 Molec. Bleioxyd in **Bleiessig** (Acetum plumbicum) verwandelt und folgende Verbindung darstellt:

$$Pb(C_2H_3O_2)_2 + 2PbO.$$

Durch den Hinzutritt der Kohlensäure entsteht dann aus dem Bleiessig **Bleicarbonat** und **Bleihydrat** neben **Essigsäure**:

$$Pb(C_2H_3O_2)_2 + 2PbO + 2CO_2 + 2H_2O = 2PbCO_3 + Pb(OH)_2 + 2C_2H_4O_2.$$

Die frei gewordene Essigsäure ($C_2H_4O_2$) greift dann wieder eine neue Portion metallischen Bleies an, damit derselbe Process sich stets wiederholt, bis nach ein paar Monaten sämmtliches Blei fast vollständig in Bleiweiss umgewandelt ist.

Die Bleispiralen werden durch Aufrollen in Stücke zertheilt und die mit Bleiweiss überzogenen Deckplatten durch Hin- und Herbiegen (Brechen) vom Ueberzuge befreit, während das noch unzersetzte metallische Blei durch Handscheidung gesondert wird; dann folgt das trockne Mahlen*) und Schlämmen des Schieferweisses, wobei die Wässer so lange als möglich wieder benutzt werden. Das durch die feinste Schlämmung erhaltene Bleiweiss heisst Kremserweiss, Silberweiss, Blanc d'Argent. Das Trocknen des geschlämmten Bleiweisses geschieht in tiegelähnlichen, porösen Thonformen.

2) Die **deutsche** oder **österreichische Methode** ist eine Modification dieses Verfahrens, wobei man in grossen Kammern Bleiplatten auffängt oder auf Etagen auflegt, während sich die essigsauren Dämpfe aus Töpfen mit concentrirter Essigsäure entwickeln, wenn sie nicht mit der aus Holzkohlen u. s. w. dargestellten Kohlensäure direct von aussen eingeleitet werden. Modificationen dieser Art kommen noch vielfältig vor, während das alte holländische Verfahren noch immer seine Anhänger findet.

3) Beim **französischen** oder **Thénard'schen Verfahren** wird Bleiglätte mit Essig in Bleiessig übergeführt und die Flüssigkeit in geeigneten Apparaten mit Kohlensäure, die man häufig direct aus Kalköfen zuführt, behandelt.

Das Präcipitat (Bleiweiss) wird durch Filtration gewonnen, gewaschen und getrocknet. Die fremden Metalle, Eisen, Zink und Kupfer, bleiben in den Waschwässern und müssen aus denselben präcipitirt werden.

4) Beim **englischen Verfahren** mengt man die aus kupferfreiem Blei gewonnene Bleiglätte mit einer Lösung von Bleiacetat zu einem feuchten Pulver oder bringt die Masse in Fässer, die sich langsam um eine Achse drehen und die Kohlensäure aufnehmen.

---

*) Feuchtes Mahlen soll die kleinen Bleipartikelchen mit abmahlen, so dass sie in das Bleiweiss übergehen und ihm einen Stich in's Graue geben.

5) *Payen* benutzt das in Kattundruckereien in grosser Menge abfallende Bleisulfat, indem er es mit Ammonium- oder Natriumcarbonat zersetzt, um Bleicarbonat zu erhalten, welches er mit 1% Bleiessig zusammenreibt, formt und trocknet.

Sanitäre Verhältnisse bei der Bleiweissfabrication.

Die holländische Methode ist noch immer am weitesten verbreitet und bedingt doch die meisten Nachtheile; das dabei gewonnene Bleiweiss heisst Schieferweiss, es hängt den spiralförmigen Platten an und wird beim Aufwickeln derselben angesammelt. Da es noch feucht ist, so ist die Staubbildung sehr gering; mehr wirkt der noch vorhandene Bleiessig als eine die Haut spröde und rissig machende Substanz ein, wodurch die Resorption von Bleisalzen begünstigt werden kann; die Arbeiter müssen sich deshalb die Hände durch Fetteinreibungen sorgfältig schützen.

Das sogenannte Brechen der Platten darf nur mittels cannelirter Walzen geschehen; obgleich auch hier ein eigentliches Verstauben noch nicht stattfinden kann, so ist es doch vorzuziehen, dieses Walzen nicht allein in einem besondern Raume vorzunehmen, sondern das ganze Walzensystem in einem geschlossenen Kasten anzubringen. Die metallischen Rückstände fallen hierbei in einen unterirdischen Behälter, werden hier angefeuchtet und später eingeschmolzen, während das erhaltene **Rohbleiweiss** dem Mahl- und Schlämmprocesse unterworfen wird; bei letzterm ist den Arbeitern wiederum die Fetteinreibung als Präservativ zu empfehlen, weil die Wässer basische Bleisalze neben Bleizucker enthalten. Man kann sie mit Kaliumchromat zur Darstellung von Chromgelb oder mit Glaubersalz behandeln; vorzuziehen ist der Zusatz von Eisen, um alles Blei und Kupfer in metallischem Zustande zu gewinnen, ehe man ihren Abfluss gestattet. Auch die schwächsten bleihaltigen Wässer sollte man nicht dem Zufalle preisgeben, da sich auf die mannigfaltigste Weise ihre schädliche Einwirkung auf Menschen und Thiere kund geben kann; übrigens machen die Schlämmwässer einen langen Kreislauf, da sie so lange als möglich immer wieder von neuem benutzt werden.

Wird das geschlämmte Bleiweiss gepresst, so ist ebenso sehr das beim Auswaschen der Presstücher abfallende Wasser zu berücksichtigen, wie es noch in weit höherm Grade beim Auslaugen und Beizen der Setztöpfe geboten ist. Werden die abfallenden Scherben gepocht und gemahlen, um wegen ihres Bleigehalts als Zuschlag zur Glasur des Töpfergeschirrs benutzt zu werden, so ergibt sich hieraus eine meist kaum beachtete Ursache von bedeutenden Schädigungen der Gesundheit, wenn in der gewohnten Weise nicht die geringste Rücksicht auf die Staubbildung genommen wird.

Häufig wird statt des Bleiweisses in Hutform ein fein pulverisirtes Bleiweiss verlangt. Das Mahlen und Pulverisiren des Bleiweisses gehört zu den gefährlichsten Operationen, da sie durch die Staubbildung am ehesten zu Bleiintoxicationen Anlass geben. In manchen Fabriken herrscht in dieser Beziehung noch das roheste Verfahren, denn gar nicht selten kann man noch beobachten, wie die Klumpen von Bleiweiss mit einem Hammer zerschlagen, die zerkleinerten Stücke in Körben gesammelt und unter Staubwolken in den Trichter der Mühle geworfen werden. Kein Wunder, dass unter solchen Umständen die Arbeiter erkranken!

Bei allen Methoden ist diese Procedur in sanitärer Beziehung die wichtigste und kann nicht sorgfältig genug beachtet werden. Sie beginnt mit dem Mahlen

des Rohbleiweisses auf Kollermühlen, bei welchem Schutz der Athmungsöffnungen absolut erforderlich ist, so lange dies rohe Verfahren noch im Gebrauche steht; überhaupt sollte man keine Mühlen mehr benutzen, sondern sich eines Walzensystems bedienen, das aus Walzenpaaren besteht, die von oben nach unten immer näher gestellt sind, hierdurch jeden beliebigen Grad von Feinheit bewirken und sich in einem hermetisch geschlossenen Kasten befinden. Sind die Walzen zweckmässig construirt, so kann auch das fertige Bleiweiss so fein pulverisirt werden, dass ein weiteres Sieben unnöthig ist. Sollte trotzdem ein Beuteln und Sieben erforderlich sein, so ist die Einrichtung so zu treffen, dass das unterste Walzenpaar das pulverisirte Bleiweiss sofort in die Siebe fallen lässt, die ebenfalls in einem geschlossenen Raume entweder kreisförmig bewegt oder geschüttelt werden. Der ganze Kasten ist noch mit einem Gehäuse zu umgeben, welches mit einem Exhaustor in Verbindung gesetzt werden kann.

Der Sammelkasten für das pulverisirte resp. gesiebte Bleiweiss muss nach der Packkammer hin münden, damit jeder Transport so viel als möglich vermieden wird.

Bei allen Concessions-Verleihungen von Bleiweissfabriken ist ganz besonders darauf zu sehen, ob zweckmässige Einrichtungen zur Verhütung der Staubentwicklung vorhanden sind, widrigenfalls alle Präservativ-Massregeln illusorisch bleiben.

Beim **Verpacken** werden die Bleiweisshütchen mit Papier umwickelt und die Fässer mit Papier umkleidet. Ganz besonders ist letzteres beim Verpacken des Pulvers erforderlich, das übrigens stets unter Befeuchtung eingestampft wird. Der Packraum muss ganz abgesondert liegen und es haben sich die Arbeiter hierbei mit Wasser angefeuchtete Schwämme vor Nase und Mund zu binden, eine Vorsichtsmassregel, die überall mit Strenge durchzuführen ist, wo die Manipulation mit dem trocknen Fabricate nicht zu umgehen ist und kein vollständig abgeschlossener Raum vor der Einwirkung des Staubes schützt.

Die Darstellung des Bleiweisses in Teigform ist überall vorzuziehen und sollte polizeilich vorgeschrieben werden; die Fabricanten ziehen aber das pulverisirte Bleiweiss vor, weil sie dasselbe noch mit Schwerspath u. s. w. vermischen.

Das Bleiweiss in Teigform ist ein mit Leinöl abgeriebenes Bleiweiss und kann in dieser Form sofort zu jedem Anstriche benutzt werden; es überhebt daher den Anstreicher und alle übrigen Handwerker, die Bleiweiss zu gewerblichen Zwecken gebrauchen, der Gefahr der Staubbildung beim Verreiben auf dem Reibstein, durch welches in den Gewerben sehr viele Bleikrankheiten herbeigeführt werden.

Um die Teigform zu erhalten, braucht das Bleiweiss nicht getrocknet zu werden; nach dem Schlämmen wird es im halbtrocknen Zustande in kleine Tröge gebracht und mit Lein- und Mohnöl vermischt, um dann zwischen Cylindern oder einem Walzwerk verrieben, vermischt und in die geeignete Form gebracht zu werden. Das Wasser wird durch das Oel so vollständig aus dem Bleiweiss ausgetrieben, wie es durch das Trocknen nur geschehen kann. Dies Verfahren hat daher nicht hoch genug zu schätzende Vortheile und macht viele, auch bei der grössten Vorsicht bedenkliche Operationen ganz überflüssig, von denen namentlich das Trocknen und das Herausnehmen des Bleiweisses aus den Töpfen sowie das Pulverisiren, Sieben und Verpacken in Fässern nochmals hervorzuheben sind. Man hat daher allen Grund, dies Verfahren vom sanitären Standpuncte aus auf das dringendste zu empfehlen und den pecuniären Vortheil der Fabricanten nicht höher als das Wohl der Arbeiter zu stellen.

Es gibt in den verschiedenen Fabriken noch sehr mannigfache, in Kleinigkeiten abweichende Methoden, die hier nicht erwähnt werden können; die aufgestellten Gesichtspuncte sind jedoch bei allen Bleiweissfabriken massgebend und sollten zum Heil der Arbeiter immer mehr zur Geltung kommen.

Das französische und englische Verfahren hat wegen der feuchten Bearbeitung weniger sanitäre Bedenken und erfordert nur Vorsicht und Reinlichkeit.

Der Boden des Fabrikraums sollte stets cementirt sein, damit man ihn häufig durch Anfeuchten reinigen kann. Man mag dem Wasser noch etwas Chlorcalcium zusetzen, um den Boden länger feucht zu erhalten; häufig ist der überall abgelagerte Bleiweissstaub ebenso schädlich wie der sich neu bildende. Daher ist überhaupt die grösste Reinlichkeit geboten, die sich auch auf die Arbeiter erstrecken soll; sie müssen beim Antritt und Verlassen der Arbeit die Kleider wechseln, wozu ausserhalb der Fabrik in der Wohnung des Thürhüters ein besonderer Raum herzustellen ist. Hier ist eine Tafel mit den besondern Verhaltungsregeln aufzuhängen, um die Arbeiter mit der Giftigkeit des Stoffes, seiner Wirkung und den wichtigsten Gesundheitsstörungen, die durch Aufnahme des Bleies entstehen, bekannt zu machen.

Für Arbeiter, welche die Fabrik nicht verlassen, muss ein besonderes Esszimmer eingerichtet werden. Der Genuss von Speisen und Getränken in einem der Fabrikräume ist mit der grössten Strenge zu verbieten; auch der Genuss von Branntwein, das Rauchen und Schnupfen darf nicht stattfinden, da diese Genüsse nach der Erfahrung aller Fabricanten die Entwicklung der Blei-Erkrankung begünstigen. Das Tragen von Bärten ist ebenso sehr abzurathen, damit sich der Staub nicht in den Haaren nahe den Athmungsöffnungen ablagert.

Unter den Präservativ-Mitteln wird der reichliche Genuss von Milch empfohlen; der Genuss fettiger Speisen wird in allen Werkstätten mit metallischen Giften gerühmt; Jodkalium ist als Präservativ nicht anzurathen. Die vielfach missbrauchte „Schwefelsäure-Limonade“ empfiehlt sich auf die Dauer gar nicht, obgleich manche Fabricanten glauben, genug gethan zu haben, wenn sie diese den Arbeitern reichlich zur Verfügung stellen. Weit mehr sind unterschwefligsaures Natrium innerlich und als Mundwasser sowie kleine Gaben von Schwefel in Pastillenform vorzuziehen, die jedenfalls längere Zeit ohne Nachtheil benutzt werden können, obgleich nie zu vergessen ist, dass der höchste Grad der Reinlichkeit und Verhütung von Bleiweissstaub die zuverlässigsten Schutzmassregeln sind. Bade-Einrichtungen dürfen daher niemals in Bleiweissfabriken fehlen; regelmässige Bäder müssen den Arbeitern mit Strenge vorgeschrieben sein; auch Ausspülen des Mundes und sorgfältiges Waschen der Hände vor jeder Mahlzeit ist nie zu versäumen. Ausserdem ist eine beständige ärztliche Beaufsichtigung der Bleiweissfabriken geboten, damit der erste Anfang einer Bleivergiftung sogleich zur Behandlung kommt; auch regelmässige Untersuchungen der Arbeiter, namentlich in Bezug auf das Zahnfleisch, müssen vorgenommen werden. Arbeiter, die besonders empfänglich für Bleikrankheiten sind, müssen entlassen werden.

Verwendung des Bleiweisses. Im Handel kommt fast kein Bleiweiss vor, das nicht mit Schwerspath vermischt ist. Benutzt wird es zur Darstellung von weissen Lacken, zum Erschweren der ächten Spitzen, zum Bleichen der Strohhüte und ganz besonders zum Anstrich.[21]) Zuweilen dient es auch als Flussmittel beim Krystallglas, zum Glasiren und zu Schmelzfarben, gar nicht selten zum Glätten des Papiers, namentlich des Kartenpapiers zu Visitenkarten. Bei der Papierwäsche ist es durch Blancfixe verdrängt worden[22]); nur in Frankreich ist man bemüht gewesen, es auch beim Anstrich durch Zinkweiss zu ersetzen. Zum Anreiben des Bleiweisses wird fast ausschliesslich Lein- und Mohnölfirniss benutzt; die Bleiweissölfarbe hat den Vorzug, dass sie an der Luft schnell austrocknet. Im Grossen vermischt man zuerst das Bleiweiss mit Terpentinöl oder Harzessenz, wenn man einen ganz weissen Lack erzeugen will, und setzt dann nachträglich Leinöl zu, um ein Mahlen folgen zu lassen; meist reibt man dann schliesslich die Farbe noch auf dem Reibstein ab.

3) Andere in der Industrie vorkommende Bleiverbindungen.

Bleiacetat, Bleizucker, Plumbum aceticum $Pb(C_2H_3O_2)_2$ wird im Grossen durch Auflösen von Bleiglätte in Essig und Krystallisirenlassen dargestellt. Das Salz krystallisirt mit 3 Molec. Wasser. Die Arbeiter haben sich hierbei vor der Einwirkung des Staubes der Glätte zu hüten. Beim Abschaufeln der Krystalle müssen sie nicht wunde Finger mit denselben in Berührung bringen, da jede Wunde hierdurch bedeutend gereizt wird; Fetteinreibungen der Hände sind auch hier zu empfehlen. Der Fussboden der Fabrik muss asphaltirt sein, damit die verschütteten Laugen nicht in den Boden dringen. Grösste Reinlichkeit muss überall herrschen; vor jeder Mahlzeit müssen sich die Arbeiter die Hände waschen und überhaupt die bei der Bleiweissfabrication erwähnten Vorsichtsmassregeln beobachten.

Die Mutterlauge enthält die Verunreinigungen der Glätte, namentlich Kupfer, und wird in der Farbentechnik benutzt.

Verwendung findet der Bleizucker bei der Darstellung von essigsauren Salzen, von Tapetenfarben, zu Beizen in der Färberei, zum Tränken von Feuerlunten u. s. w.

Bleiessig, Liqu. Plumbi subacetici, Acetum plumbicum $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 2PbO$ ist schon bei der Bleiweissfabrication erwähnt worden und wird in Laboratorien aus Bleizucker, Glätte und Wasser dargestellt. Er dient in der Färberei zur Darstellung von Orange und in der Kattundruckerei in Verbindung mit Bleioxyd als Mordante orange, wenn das gefärbte oder gedruckte Zeug durch Bäder von chromsaurem Blei gezogen wird.

Bleinitrat $Pb(NO_3)_2$ wird durch Auflösen von Blei in verdünnter Salpetersäure gewonnen und in Druckereien als Beize zur Darstellung gelber und orangerother Muster auf indigoblauen, wollenen Tischdecken benutzt. Indem es mit Alaun und etwas Kochsalz vermischt in Pappe aufgedruckt wird, entwickelt sich Salpetersäure, die auf Indigo einwirkend die gelb färbende Pikrinsäure erzeugt. Die Waschwässer sind bleihaltig. Auch bei der Anfertigung des falschen Schildpatts kommt es zur Verwendung.

Neapelgelb, antimonsaures Blei, wird durch mässiges Glühen von Tart. stib., Bleinitrat und Kochsalz mit nachfolgendem Auslaugen mittels Wassers dargestellt.

Antimongelb ist ein Gemenge von antimonsaurem Blei mit basischem Chlorblei.

Jodblei PbJ_2 wird zum Bedrucken von Stoffen benutzt.

Casselergelb (Mineral-, Pariser-, Turiner- oder **Veronesergelb)** ist $PbCl_2 . 7PbO$ (Bleioxychlorid) und wird aus Bleiglätte und Salmiak dargestellt.

Pattinson'sches Bleiweiss ist Bleioxychlorid $PbCl_2 . PbO$, das durch Behandeln einer heissen Lösung von Chlorblei mit Kalkwasser erhalten wird:

$$2PbCl_2 + CaO = PbCl_2 . PbO + CaCl_2.$$

Bleichlorid, Chlorblei $PbCl_2$ kommt in der Natur als Hornblende vor und wird im Grossen durch Schmelzen von 10 Th. Bleioxyd mit 1 Th. Salmiak dargestellt, wobei sich nicht unerhebliche Mengen von Bleioxyd und Chlorblei verflüchtigen, die sorgfältig zu condensiren sind; nimmt man Bleiglanz statt Glätte, so tritt viel Schwefelwasserstoff auf.

Bleisulfat $PbSO_4$ bildet sich in den Färbereien als Nebenproduct bei der Darstellung von essigsauren Thonbeizen aus Bleiacetat und schwefelsaurer Thonerde.

Cyanblei $PbCy_2$ dient zur galvanischen Verbleiung von Eisenblechen und kommt hier in Form von Kaliumbleicyanid in Anwendung.

Schwefelblei PbS kommt in der Natur als Bleiglanz vor und wird künstlich durch Fällung einer Bleilösung mit Schwefelwasserstoff dargestellt. Es wird am häufigsten zur Darstellung der Töpferglasur benutzt; auch als Streusand begegnet man ihm.

Rhodanblei $Pb(CNS)_2$ wird durch Versetzen von Bleiacetat mit einer Lösung von Rhodankalium dargestellt und wie Cyanblei benutzt.

Auf den **thierischen Organismus** wirkt es nicht giftig ein. Ein Kaninchen erhielt 0,5 Grm. davon; erst am 6. Tage verrieth das Thier etwas Unwohlsein, legte sich häufig auf den Bauch und streckte die Hinterfüsse aus, wobei sich der Herzschlag etwas verstärkt zeigte. Nach einigen Stunden wurde es wieder munter und blieb nach einer längern Beobachtung ganz gesund. Wahrscheinlich zersetzt sich die Verbindung und es bleibt unlösliches Schwefelblei zurück; Rhodanblei ist somit die einzige Bleiverbindung, der die Wirkung des Bleies auf den thierischen Organismus abgeht.

Kupfer, Cu.

Kupfer ist seit den ältesten Zeiten bekannt und soll der Name: Cuprum von der Insel Cypern herrühren, welche den Griechen und Römern das meiste Kupfer lieferte. Es kommt gediegen im krystallisirten Zustande vor, als Oxydul im **Rothkupfererz**, als basisches Carbonat im **Malachit**, als Kupfersulfür im **Kupferglanz**, gleichzeitig mit Eisensulfid im **Kupferkies** und **Buntkupfererz**.

Kupferschiefer ist ein bituminöser Mergelschiefer und die Fahlerze sind Verbindungen des Kupfers mit Schwefel, Arsen und Antimon. **Atakamit** (Kupferoxyd und Chlorkupfer) aus Chili wird in England verhüttet und kam früher häufig in Pulverform als Arsenillo nach Europa zum Gebrauch als Streusand. Wegen seines Arsengehalts ist er beachtungswerth.

Das Kupfer ist gelbroth, zähe und sehr dehnbar und überzieht sich an feuchter Luft mit einer grünen Schicht (basisches Kupfercarbonat, Grünspan): erst bei Hellrothgluth schmilzt es. Von Säuren wird es bei gewöhnlicher Temperatur nur beim Zutritt der Luft angegriffen, Salpetersäure und Königswasser ausgenommen; es dürfen deshalb Speisen, welche nicht säurefrei sind, nie längere Zeit in kupfernen Gefässen aufbewahrt werden. Von Cyankalium wird Kupfer unter Wasserstoffentwicklung, von Salpetersäure unter Bildung von Stickoxyd gelöst und von concentrirter Schwefelsäure unter Abgabe von schwefliger Säure in Sulfat übergeführt.

Hüttenmännische Gewinnung von Kupfer. Die Gewinnung des Kupfers aus den verschiedenen Erzen kann auf nassem und trocknem Wege geschehen. Das Verfahren hierbei ist aber wiederum verschieden, je nachdem man es mit oxydirten oder geschwefelten Erzen zu thun hat. Auf dem Continent werden die Processe fast überall in Schachtöfen, in England aber in Flammenöfen ausgeführt; darnach unterscheidet man wiederum die ältere continentale und die neueste englische Methode.

A. **Gewinnung des Kupfers aus oxydirten Erzen.** Dieselbe findet selten statt, da diese Kupfererze fast immer zum Niederschmelzen der geschwefelten Erze benutzt werden.

Die Gewinnung beruht in einer einfachen Reduction der Erze mit Kohle unter Zuschlag von reichen Schlacken und Kalkstein; es geschieht dies in niedrigen Schachtöfen (Krummöfen), die mit einem Vorherd, Tiegel und einem kräftigen Gebläse versehen sind. Nach Wegnahme der Schlacke wird der erstarrte Metallkuchen als Rosettenkupfer in den Handel gebracht oder in Blöcken (Blockkupfer) geschmolzen.

B. **Gewinnung des Kupfers aus den geschwefelten Erzen**, namentlich aus Kupferkiesen. 1) Die **Röstung (Oxydation)**, welche nach der Handscheidung und dem Pochen folgt, bezweckt neben der Entfernung von Antimon und Arsen die Umwandlung des Schwefeleisens in Eisenoxyd.

Seltner geschieht das Rösten in Haufen (Röststadeln), meist in Schacht- oder Flammenöfen; nur beim Kupferschiefer sind wegen seines Gehaltes an Bitumen geschlossene Retortenöfen nothwendig.

2) Das **Schmelzen des Röstgutes** heisst das **Rohschmelzen** (Suluschmelzen) und geschieht in niedrigen Schachtöfen (Sumpföfen) unter Zusatz von Kohle und Zuschlägen (Silicaten), um das Eisenoxyd in den geschmolzenen Silicaten unter Bildung von Schlacke zu lösen und vom Kupfersulfid zu trennen, welches mit dem metallischen Kupfer den **Roh-** oder **Kupferstein** bildet.

Die durch das Rösten nicht vollständig ausgetriebenen Arsen- und Antimonverbindungen bilden eine Speise, das Königskupfer (Arsenkönig), welches auf den Boden niedersinkt, weil es schwerer als der Rohstein ist.

3) Das **Rösten des Kupfersteins** bezweckt die weitere Ueberführung des Schwefelkupfers in metallisches Kupfer.

Durch die Oxydation eines Theils des Kupfers zu Oxyd wird der andere Theil des Schwefelkupfers wieder in metallisches Kupfer unter Entweichen von schwefliger Säure verwandelt:

$$CuS + 2CuO = SO_2 + 4Cu.$$

4) Die **Concentrationsarbeit.** Enthalten die Erze viel Bleiglanz, Zinkblende und Fahlerz, so röstet man den **Kupferstein** nicht vollständig ab.

Man schmilzt die unvollkommen geröstete Masse (Spurrost) in einem Schachtofen unter Zusatz von Schlacken zum sogen. **Spurstein** (Concentrationsstein), der etwa 60% Kupfer enthalten kann.

5) Durch weitere Oxydation resp. Röstung erhält man aus dem Spur- resp. Kupferstein **Schwarzkupfer** (**Rohkupfer, Gelbkupfer**), das neben 70—95% Kupfer immer noch Eisen, Arsen, Antimon, Silber, Zinn u. s. w. enthält.

6) Das **Garmachen** (**Raffiniren**) auf dem Gar- oder Rosettenherde bezweckt die Entfernung der fremden Metalle aus dem Schwarzkupfer, um das **Garkupfer** zu gewinnen.

Es wird hierzu ein starkes Gebläse benutzt: Schwefel und Arsen entweichen als schweflige und arsenige Säure, Antimon als Antimonoxyd. Die Schlacke (Garschlacke, Garkrätze) besteht aus Kupferoxyd, Kieselsäure, Eisen, Blei u. s. w.

Die grossartigsten Kupferwerke sind in England, namentlich zu Swansea, Staffordshire und Liverpool. Die englische Methode ist wegen der Bearbeitung der verschiedenen Erzsorten sehr complicirt, obgleich auch ihr die oben entwickelten Gesichtspuncte zu Grunde liegen.[1])

C. **Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege** (**Cementation**). Auch hierin gibt es verschiedene Methoden, die jedoch sämmtlich dahin streben, aus armen, kupferkieshaltigen Erzen, die wegen der grossen Menge von Gangart nicht auf trocknem Wege verhüttet werden können, Kupfervitriol resp. Kupfer zu gewinnen.

Man bringt häufig die Erze in abwechselnden Schichten mit Stroh in grosse Bottiche, in denen sie beständig mit Wasser berieselt werden: sie sind wie die Essigbilder bei der Schnellessigfabrication mit einem doppelten Boden versehen, um dem Sauerstoff ungehinderten Zutritt zu verschaffen.

Die abfliessenden Wässer werden in einen grossen Sumpf mit möglichst undurchlässigem Untergrunde geleitet, in dem sich aller Kupferschlamm absetzt, nachdem sie durch viele, mit Guss- oder altem Schmiedeeisen versehene Cementgruben geflossen sind. Der getrocknete Kupferschlamm wird entweder für sich geschmolzen oder dem Kupferstein zugesetzt: gesundheitliche Nachtheile treten hierbei nicht auf, wenn man das Eindringen der Flüssigkeiten in den Boden und die Verunreinigung von nahe gelegenen Brunnen verhütet.[2])

Sanitäre Massregeln bei der Verhüttung des Kupfers.

Beim **Handscheiden** resp. **Pochen** entwickelt sich kein gefährlicher Staub, da die Erze stets nass und feucht sind, wenn sie aus der Grube kommen.

Beim **Schlämmen** sind die abfallenden Wässer wegen ihres Gehaltes an feinen Erztheilchen, an Kupfer- und Eisensulfat, sogar unter Umständen an arseniger Säure sehr zu beachten, so dass ihr directer Abfluss in kleine Bäche, die häuslichen Zwecken dienen, niemals zu gestatten ist. Benutzt man stets dasselbe Wasser zum Schlämmprocesse, so kann es so reich an Kupfersulfat werden, dass sich seine Gewinnung lohnt.[3])

Beim **Rösten** tritt vorzugsweise schweflige Säure auf, während die weissen Dämpfe, die sich wie eine grosse Wolke ablagern, hauptsächlich von Zink-, Blei- und Arsendämpfen herrühren; in England, namentlich in Cornwallis, soll sich auch Flusssäure unter diesen Dämpfen finden.

Der sogen. **Kupferrauch** hat stets zu gerechten Klagen Anlass gegeben, da er überall nur zu deutliche Spuren hinterlässt und sich als ein Feind aller Vegetation kund gibt.

Den Gedanken, die **metallischen Dämpfe** durch **Wasserberieselung** niederzuschlagen, hat *John Vivan* [4]) bei der Kupferverhüttung schon vor langen Jahren zu verwirklichen gesucht, indem er einen lang gestreckten, horizontalen Canal herstellte, welcher durch Kammern unterbrochen wird, in denen ein System von durchlöcherten Röhren beständig von einem hochstehenden Reservoir gespeist wird; sein Ausgang steht mit einer kräftigen Esse in Verbindung. Der Canal zieht sich durch die ganze Hütte, während sich die Verdichtungskammern zwischen Hütte und Esse befinden und durch verticale Scheidewände so getheilt werden, dass diese wechselsweise vom Deckgewölbe etwas abstehen und in jeden Zwischenraum der Wasserregen fällt. Der in die Esse tretende Rauch soll fast nur schweflige Säure enthalten; der sich im Canal absetzende Schlamm ist mit schwefliger Säure und Schwefelsäure durchtränkt, die sich mit den Metallen verbinden. Aus demselben kann mittels metallischen Eisens Cementkupfer gewonnen werden.

Koch und *Moldenhauer* haben **Koksthürme** empfohlen, in denen eine Berieselung durch Sodalösung die schweflige Säure binden soll; wo mehr Schwefelsäure auftritt, z. B. bei Röstherden mit Gebläse, empfiehlt es sich, die Koksthürme mit Kalksteinen zu füllen und diese mit Wasser zu berieseln. Der Versuch, hier die schweflige Säure für die Schwefelsäure-Fabrication zu gewinnen, ist bereits mit Benutzung der Oefen von *Gerstenhöfer*, *Stetefeld*, *Perret* und *Hasenclever* (s. S. 164 u. 693) gemacht worden.[5])

Beim Ausziehen des gerösteten Erzes leiden die Arbeiter sehr von der Einwirkung der Dämpfe, die, wie schon erwähnt worden, nach der Natur der Erze neben der schwefligen Säure Blei, Zink, Kupfer, Arsen und Antimon enthalten können. Auch ist der Erdstaub sehr heiss und glühend, so dass sie zur Verhütung von Augenverletzungen Glimmerbrillen tragen müssen, während die metallischen Dämpfe Schutz der Respirationswege gebieten.

Dieselben Vorsichtsmassregeln sind beim Abkratzen des sogen. Ofenbruchs erforderlich, das zwar selten und dann nur geschieht, wenn der Ofen wegen irgend einer Abnutzung abkühlen muss.

Krankheiten, welche bei der Verhüttung des Kupfers vorkommen, werden in den meisten Fällen weit eher durch Blei, Arsen und Antimon als durch Kupfer hervorgerufen. Das Krankheitsbild kann sich mannigfach gestalten, je nachdem die eine oder andere Schädlichkeit in verschiedenem Grade eingewirkt hat; es ist deshalb unmöglich, eine Symptomatologie der Krankheiten, welche hier vorkommen können, erschöpfend zu entwerfen.

Die sogen. **Kupferkrankheit** beobachtet man mehr bei der Bearbeitung des Kupfers und seiner Legirungen als beim Hüttenprocess. Bei verschluckten Kupfermünzen, welche monatelang im Digestionsapparat verbleiben, hat man zwar manche Störungen der Verdauung (Erbrechen, Magenkrampf, Obstipation abwechselnd mit Diarrhoe), aber keine bleibende Beschädigung der Gesundheit wahrgenommen, da die Beschwerden mit der Entfernung der Ursache weichen.

Bei Hunden erzeugt bekanntlich auch sehr fein vertheiltes Kupfer (Limatura Cupri) in Gaben von 3—15 Grm. keine Vergiftung. Bei Bandwurmcuren werden erfahrungsgemäss oft grosse Mengen dieses Arzneimittels genommen.

Die „Kupferkrankheit“, welche beim Schmelzen des Kupfers durch die Dämpfe und bei der Verarbeitung des Kupfers durch den Staub entsteht, indem dadurch dem Organismus eine Menge Kupfertheilchen zugeführt werden, kann lange Zeit bestehen, ohne dass tiefere Störungen der verschiedenen Functionen beobachtet werden. Das Gesicht, die Haare, Augen und Zähne können dabei allmählig eine grüne oder gelbgrünliche Färbung annehmen, selbst im Blut, Urin, in der Galle und im Speichel lässt sich Kupfer nachweisen, wenn die Aufnahme der feinsten Kupfertheilchen lange Zeit erfolgt. Entzieht man solche Personen zeitig den schädlichen Einflüssen, so werden die Kupfertheilchen wieder ausgeschieden und die Gesundheit kann vollständig wieder hergestellt werden. Geschieht dies nicht, so kann der Verfall des Organismus nicht

ausbleiben, da Kupfer kein normaler Bestandtheil desselben ist und schliesslich durch die Störungen der Verdauung und Blutbildung Abmagerung, Entkräftung, Anämie, Gemüthsverstimmung, Asthma und hydropische Erscheinungen erzeugt werden. Bei zweckmässiger Behandlung und beim Fehlen anderweitiger Complicationen ist aber selbst in diesem Zustande noch Heilung möglich, sollte die allgemeine Erschöpfung nicht schon allzu grosse Fortschritte gemacht haben.[6])

Eine solche Kupferdyskrasie soll sich besonders dadurch charakterisiren, dass man am Zahnfleisch einen purpurrothen Saum bemerkt, welcher bei der Bleidyskrasie bekanntlich schiefergrau ist. Asthma ist nicht dieser Krankheit eigenthümlich; ist es vorhanden, so wird es mit hydropischen Erscheinungen, speciell mit beginnendem Hydrothorax, als den schlimmsten Folgen des aufgenommenen Metalls, in Verbindung stehen.

Man hat auch eine Kupferkolik angenommen: sie soll sich bei gastrischen Erscheinungen (Uebelkeit, Erbrechen, Aufstossen, Druck im Magen) vorzugsweise durch ziehende Schmerzen im Leibe und Neigung zu Diarrhoe charakterisiren und durch letztere sich namentlich von der Bleikolik unterscheiden. Die Schmerzen sollen intermittiren, nicht fixirt sein und nach jedem Anfall derselben soll Durchfall (20 bis 30mal täglich) eintreten und zwar mit Abgang von grünlichen, mit Blut durchsetzten Massen. Wenn ferner noch Fieber, quälender Durst, Unruhe, Schlaflosigkeit und Angstgefühl die Differentialdiagnose von Bleikolik begründen sollen, so kann man trotzdem behaupten, dass solche Wirkungen nicht im Gebiete des metallischen Kupfers liegen. In solchen Fällen wird man es ganz gewiss mit Kupfersalzen oder mit der gleichzeitigen Einwirkung anderer Metalle zu thun haben.

Ebensowenig kann von Kupferlähmung die Rede sein; die grosse Verwirrung, welche in diesem Gebiete der Toxikologie herrscht, rührt von ungenauen Beobachtungen und unzureichender Unterscheidung der ätiologischen Momente her.

Als **Antidot** gegen metallisches Kupfer dürfte Limatura ferri sehr zu empfehlen sein, da sie als feinstes Eisenpulver das Kupfer galvanisch fällt und letzteres auf diese Weise leichter eliminirt werden kann.

Von der giftigen Wirkung der Kupferverbindungen kann hier nicht weiter die Rede sein, da diese nicht in Abrede zu stellen ist: freilich erzeugt erfahrungsgemäss selbst Kupfervitriol, in häufigen Gaben als Emeticum gereicht, keinen bleibenden Nachtheil.

Die Kupferverhüttung kann somit nur durch die Menge fremder Metalle, welche hier stets mit dem Kupfer vereinigt sind, einen nachtheiligen Einfluss auf die Arbeiter ausüben.

Kupferindustrie.

Verwendung und Bearbeitung des metallischen Kupfers. Geräthe von Kupfer für Haushaltungen sind niemals zu empfehlen; Kochgeschirre von Rothkupfer in Hospitälern u. s. w. erfordern die grösste Aufmerksamkeit und Reinlichkeit, damit nicht Reste von Speisen unter Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs Oxydationsprocesse hervorrufen.

Kupferne Kühlapparate in Branntweinbrennereien geben häufig Anlass zu Kupfergehalt in spirituösen Flüssigkeiten; namentlich befördern die Fuselöle und ätherischen Oele sehr leicht die Oxydation des Kupfers. Bekanntlich sind Oleum Cajeputi, Menth. pip., Melissae, Tanaceti u. s. w. fast stets kupferhaltig*).

Selbstverständlich wirken alle Säuren oxydirend auf Kupfer ein, selbst Honig greift bei Gegenwart von atmosphärischer Luft Kupfer an; auch sein Gehalt an organischen Säuren befördert die Oxydation desselben. Rohrzucker besitzt diese Eigenschaft nicht und es sind deshalb bei der Rohrzuckerfabrication kupferne Gefässe ohne Gefahr verwendbar.[7])

Durch Walzen stellt man die Platten und Bleche, durch Ziehen den Kupferdraht dar.

Um kupferne Gegenstände vor der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs zu schützen, überzieht man sie mit einer fremden Substanz. Man gebraucht hierzu fette Firnisse (von Copal, Terpentinöl und Leinölfirniss), besonders aber Ueberzüge von andern Metallen.

---

*) Olivenöl ist das beste Reagens auf Kupfer und entzieht namentlich allen Branntweinen den Kupfergehalt am sichersten.

Das **Verzinnen des Kupfers** ist eine sehr gebräuchliche und wichtige Manipulation, bei der es namentlich auf die Reinheit des Zinns ankommt (s. S. 665). Bei der sogen. heissen Verzinnung, die bei Haushaltungs-Geschirren vorgenommen wird, werden Zinn und Salmiak in das erhitzte Gefäss hineingeworfen, nachdem die zu verzinnende Fläche vorher mit Schwefelsäure gebeizt und mit Sand gescheuert worden. Durch die Salmiakdämpfe wird die Oxydation des Zinns verhütet und das etwa vorhandene unlösliche Kupferoxyd in lösliches Chlorkupfer verwandelt. Die nasse Verzinnung geschieht auf galvanischem Wege. Zum **Verzinken** dient in Salmiaklösung erhitztes Zink.

Die **Versilberung des Kupfers** findet meist nach der französischen Methode statt, indem man die Waare zuerst verzinnt, dann dünne Silberplättchen mit Draht darauf befestigt, Kolophonium und Salmiak dazwischen streut und das Ganze bis zum Schmelzen des Zinns glüht. Dies Verfahren ist mehr beim Versilbern von Eisen für Pferde- und Wagengeschirr gebräuchlich (s. S. 682).

Legirungen des Kupfers. Unter diesen sind 1) die Legirungen von **Kupfer und Zink**, d. h. die verschiedenen Arten von **Messing** für die Industrie am wichtigsten. Sie besitzen Eigenschaften, welche von denen der ursprünglichen Metalle abweichen; auch erhält man nach den mannigfachen Mischungs-Verhältnissen von Kupfer und Zink Legirungen von verschiedenen Eigenschaften. Hiermit hängt ferner der verschiedene Einfluss der Legirungen auf den thierischen Organismus zusammen, wenn sie als feiner Metallstaub eingeathmet werden. Die Leichtigkeit, mit der sich Messing bearbeiten lässt, hat die Verwendung desselben allmählig zu einem grossartigen Betriebe gestaltet und eine **Messingindustrie** geschaffen, welche besonders in den Städten Berlin, Fürth, Nürnberg, Pforzheim, Lüdenscheid und Iserlohn ihre Stätten hat.

Durch Berücksichtigung der wechselnden Procentverhältnisse gewinnt man gleichzeitig den sichersten Anhaltspunct für die sanitäre Beurtheilung der beim Schmelzen und Giessen auftretenden metallischen Dämpfe.

Unter den vielfachen Arten von Messing sind hervorzuheben: a) der **Rothmessing** oder **Rothguss**, der 80 und mehr Procent Kupfer, aber niemals weniger davon enthält. Man rechnet hierher den **Pinchbeck** (Tombak), eine dunkelgoldfarbige Legirung, **Orceïde**, eine dem 14karätigen Golde sehr ähnliche und zu Ornamenten, Beschlägen u. s. w. geeignete Legirung, den eigentlichen **Tombak** oder **Rothguss**, eine zu den meisten Schmucksachen benutzte Legirung.*)

Das **Bronzepulver** enthält noch etwas mehr Kupfer als Tombak; für helle Nüancen nimmt man 83 Th. Kupfer und 17 Th. Zink, für rothe 90—94 Th. Kupfer und 6—10 Th. Zink, für Kupferroth reines Kupfer.

Blattgold erhält man durch Ausschlagen des gewalzten Messingblechs. Schawine oder Schabin heisst der Abfall der Metallschlägerei, der als **Schawinebronze** bereits seit 1750 zuerst in Fürth von dem Maurer *Andreas Huber* fein zerrieben, als Metallpulver verkauft und zur Darstellung der Bronzefarben verwendet wurde.

Zur Herstellung der verschiedenen Bronzefarben durch Anlauffarben gehört das Sieben des fein geriebenen Pulvers und das Erhitzen desselben mit Oel, Talg oder

---

*) Kleine Luxusgegenstände, z. B. Knöpfe, werden aus Blechen dargestellt, die oft vorher vergoldet werden. Obgleich meist die galvanische Vergoldung üblich ist, so findet doch auch noch die Feuervergoldung mittels Goldamalgams statt, die hier in sanitärer Beziehung zu erwähnen ist, da sie grosse Vorsicht erfordert (s. Gold). Auch die heisse Versilberung wird namentlich in Knopffabriken noch durch Auftragen von Silberamalgam und nachfolgendes Abrauchen des Quecksilbers ausgeführt (s. S. 682).

Oxydirte Knöpfe nennt man solche, die auf galvanischem Wege mit einem Bleiüberzuge versehen werden. Auf galvanischem Wege stellt man auch die Metallochrome, Niederschläge mit irisirenden Farben, dar.

Paraffin*): sie haben beim Lackiren in der Wachsleinwand-, Tapetenfabrication, in der Buchbinderei, Steindruckerei, zum Bronziren von Gips, bei Metallgusswaaren u. s. w. eine grossartige Verwendung gefunden.

Der Bronzestaub ist wegen seines geringern Gehaltes an Zink nicht so gefährlich wie man gewöhnlich annimmt: auch die Erfahrung zeigt, dass, wenn nichts anderes als der Bronzestaub auf die Arbeiter einwirkt, specifische Krankheitsprocesse nicht so leicht entstehen: immerhin sind aber die Arbeiter vor dem Staube zu schützen und es sollte namentlich das Reiben und Sieben der Bronze nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden, denn es handelt sich stets um einen metallischen Staub, der sich unter dem Mikroskop als ein Convolut der feinsten Blättchen darstellt. Wird aber das Zerkleinern, wie es jetzt häufig geschieht, mittels einer Kratzbürste vorgenommen, so findet man mehr eckig geformte Partikelchen, die, von den Respirationswegen aufgenommen, jedenfalls eine grössere Reizung derselben zu erzeugen vermögen, so dass bei der Beurtheilung der Schädlichkeit des Bronzestaubes auch seine Form zu berücksichtigen ist.[8]

Aerztliche Revisionen solcher Fabriken sowie der Arbeiter sind daher stets geboten, um Nachtheile in ihren ersten Anfängen rechtzeitig zu beseitigen. Neben Arbeitern, die bereits weit die mittlere Lebensdauer überschritten haben und sich bei ihrer Beschäftigung leidlich befunden haben, trifft man auch solche mit kachektischem Aussehen, die vielfach an Störungen der Digestion und Blutbildung leiden.

Die genauere Beurtheilung eines jeden concreten Falles muss darüber entscheiden, ob die Art der Beschäftigung oder andere Einflüsse nachtheilig eingewirkt haben: es ist höchst schwierig, die mannigfaltigen Ursachen, die in solchen Fabriken zur Geltung kommen, für alle Fälle von vornherein richtig zu beurtheilen. Dies geht aus der folgenden Betrachtung deutlich hervor.

Die **Application der Bronzefarben** erfordert nach der Natur der zu bronzirenden Gegenstände noch bestimmte Vorbereitungen, welche ebenfalls von sanitärer Bedeutung sind. Dieselben schliessen eine Procedur ein, welche man das **Lackiren** nennt**); dasselbe erfordert als Hauptbedingung, dass die zu lackirenden Gegenstände dem Lack resp. den Farben eine Fläche darbieten, auf welcher diese Substanzen festhaften können.

Zu dem Ende muss die Oberfläche der Gegenstände 1) rauh gemacht werden, was bei grobem Metall, z. B. beim Eisenguss, durch Beizen mittels Säuren, beim Weissblech durch Abbürsten mit Metallbürsten geschieht;

2) es wird eine Zwischenschicht, welche bezüglich des zu lackirenden Gegenstandes und des Lackes das erforderliche Bindungsvermögen besitzt, auf die verschiedenen Objecte applicirt: man nennt dies das Grundiren, was besonders bei Holz oder Stein mittels Kreide, Gips, Mennige, Bleiweiss, Chromgelb u. s. w. geschieht.

Bei der Benutzung der Bleiverbindungen haben die Arbeiter sich ganz besonders vor dem gefährlichen Staube zu schützen: die Fälle sind nicht selten, dass auf diese Weise bei den Lackirern die verschiedensten Bleikrankheiten herbeigeführt werden.[9])

Nach dem Grundiren wird die Oberfläche geglättet und polirt, indem man sie mit Bimstein, Glaspapier oder Schachtelholz abschleift und zuletzt mit Trippel polirt, wobei wiederum auf die Natur des sich hier bildenden Staubes die grösste Rücksicht zu nehmen ist.***)

3) Bei nicht metallischen Gegenständen werden die Bronzefarben aufgetragen

---

*) Anlauffarben, die violett, orange, goldgelb, kupferroth oder grün erscheinen, entstehen durch Erhitzen des Bronzepulvers: sie sind stets aus Fettsubstanz, Sauerstoff und Kupfer, oder aus einer Legirung von Kupfer mit Zink zusammengesetzt: eigentlichen Farbstoff enthalten sie nie.

**) Unter Lackiren versteht man im Allgemeinen das Ueberziehen von Holz-, Blech- und andern Arbeiten mit Lackfirniss (s. Oellackfirnisse S. 454): derselbe wird mit einem Pinsel aufgetragen, getrocknet und 3—4mal, nach Bedarf wiederholt aufgestrichen: der Ueberzug wird mit Bimstein abgerieben (Staubbildung) und dann mit Stärke polirt.

***) Beim Lackiren von Weissblech findet ein Grundiren besonders statt, wenn man mit Lackfarben arbeiten will und der Metallglanz nicht durchgesehen werden darf; das spätere Abschleifen des Grundes fällt dann weg.

und zwar entweder mit einem schnell trocknenden Oel oder schon mit dem Lackfirniss gemischt. Nach dem Trocknen findet ein abermaliges Glätten und Poliren statt, wobei sich wiederum Staub, aber in geringerm Grade entwickelt; alsdann wird der eigentliche Glanzfirniss aufgetragen und zwar in einer sehr dünnen Schicht, welche aber durch wiederholtes Auftragen schliesslich spiegelglänzend wird.

Der Glanz- oder Goldfirniss (s. S. 668) wird nach Bedürfniss dargestellt, je nachdem man bestimmte Farbennüancen erzielen will.

Beim Metalllackiren, z. B. beim Lackiren des Gusseisens zu Ofenverzierungen, geschieht diese Arbeit theils kalt, theils heiss. Der erste Ueberzug wird gewöhnlich kalt aufgetragen und dann die Waare in den Lackirofen gebracht, in welchem sich noch ein gewisser Theil des Harzlösungsmittels verflüchtigt. Hierauf wird ein neuer Ueberzug von Firniss auf die noch erhitzte Waare applicirt; sobald derselbe so weit im Ofen eingetrocknet ist, dass er noch klebt, werden behufs Bronzirens die Bronzefarben mittels eines Pinsels oder Staubbeutels aufgetragen.

Dieser Act verdient wegen der Staubbildung jedenfalls alle Beachtung, wenn es sich auch im Allgemeinen um einen hauptsächlich aus Kupfer bestehenden Staub handelt; einige Vorsicht bei der Behandlung der Bronzefarben kann den mit dieser Beschäftigung verbundenen Uebelstand bedeutend mindern. Diese Procedur sollte nämlich niemals in dem allgemeinen Fabrikraum, sondern in besondern, nur für dieselbe bestimmten Räumen vorgenommen werden, um nicht die ganze Atmosphäre mit diesem Staube zu imprägniren. Eine Ventilation durch Exhaustion würde hier ganz besonders am Platze sein und die sanitären Verhältnisse der Arbeiter ganz bedeutend heben.

Nach dem vollständigen Austrocknen im Ofen lässt man die Waare erkalten und überzieht sie in der Regel mit einem farblosen Glanzfirniss, wenn man nicht besondere Farbennüancen hervorrufen will. Den Firniss lässt man zuerst an der freien Luft und zuletzt im Lackirofen vollständig, aber langsam austrocknen*).

Die **Dämpfe**, welche beim Lackiren auftreten, sind für die Arbeiter und die nächste Umgebung sehr lästig und ausserdem feuergefährlich, jedoch in einem geringern Grade als bei den eigentlichen Lackirfabriken für Weissblech. Immerhin sind die Dämpfe von verdunstendem Terpentin oder Harzlösungen für manche Arbeiter sehr belästigend und erzeugen nicht selten heftige Kopfschmerzen; manche Arbeiter werden davon in einem höhern Grade betroffen. Jedenfalls müssen die Trockenöfen mit den zweckmässigen Einrichtungen zur Ableitung dieser Dämpfe in's Freie versehen sein. Zweifelsohne bietet dieser Umstand in sanitärer Beziehung kein ganz untergeordnetes Moment dar und zwar um so eher, als jedenfalls die Reinheit der Luft dadurch Abbruch erleidet.

b) **Gelbguss** oder **gelber Messing.** Die verschiedene Composition der Legirung richtet sich danach, ob man es zur Verarbeitung unter Walze und Hammer, zu Schiffsbeschlägen oder zum Drahtziehen, zum Schmieden, zum Messingschlag- oder Hartloth (d. h. zum Löthen von Schmiedeeisen, Stahl und Kupfer) benutzen will. Es heisst auch **Muntzmetall**, weil es im Jahre 1432 durch den Engländer *Muntz* zuerst dargestellt und zum Bekleiden der Schiffe gebraucht wurde; es enthält gewöhnlich 40% Zink und man kann es kalt und warm walzen.

c) **Weissmessing**, das eigentliche Messing, hat einen durchschnittlichen Gehalt von 30% Zink; derselbe kann aber zwischen 24—45% wechseln. Je reiner die Grundstoffe sind, desto grösser ist die Weichheit und Zähigkeit des Messings (Tafelmessing) und lässt sich stampfen, walzen, hämmern und in Drähte ziehen; je grösser der Zinngehalt ist, desto mehr nähert sich die Farbe der blassgelben oder silberweissen.

Zur Fabrication von Knöpfen, Leuchtern, Theekannen u. s. w. gebraucht man das **Bathmetall** aus 55 Th. Kupfer und 45 Th. Zink; das **Knopfmetall** enthält sogar 80 Th. Zink und 20 Th. Kupfer.

Ein geringer Zusatz von Blei gibt dem Metall eine grössere Härte (Guss- und Drehmessing), erfordert aber auch beim Guss eine grössere Vorsicht.

---

*) Will man einen glänzenden, wässrigen Ueberzug hervorrufen, so wendet man, um eine billige Waare darzustellen, eine Auflösung von Kaliharzseife an (s. S. 470). Diese Flüssigkeit besitzt die Eigenschaft, beim Trocknen einen fest haftenden, glänzenden Ueberzug herzustellen, welcher aber ziemlich löslich in Wasser ist. Bei den meisten gefärbten Spielsachen, besonders bei den aus Holz dargestellten, kommt diese Harzseife als Bindungs- und Glanzmittel zur Verwendung; da wegen ihrer leichten Löslichkeit auch die giftigen Farben blossgelegt und abgewaschen werden, so gewährt dieser Firniss nicht die geringste Sicherheit vor der Einwirkung der Gifte. Ein besserer Ueberzug würde eine Lösung von Caseïn in Borax sein, welcher aber theurer ist und deshalb vermieden wird.

Fabrication von Messing. Die älteste Methode, die chinesische, bestand darin, dass man Kupfer- und Zinkerze in Schachtöfen zusammenreducirte; das fabricirte Messing führte im Handel den Namen Pakfong. Erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fing man an, metallisches Zink und Kupfer in den sogen. Messingöfen zu schmelzen; diese sind gewöhnlich eiförmig, 5 Fuss hoch und 3—3½ Fuss breit. Die Schmelztiegel stehen auf einem gemauerten und durchbrochenen Gewölbe, durch dessen Oeffnung die Flamme durchschlägt; bei grossartigem Betriebe fassen die häufig aus Graphit gefertigten Tiegel 30—40 Pfund Legirung.

Zink, Kupfer und Kohlenstaub müssen in wechselnden Schichten eingetragen werden. Trotz der Kohlendecke verbrennt Zink während des Schmelzens mit weissbläulicher Flamme zu Zinkoxyd; der Zinkverlust beträgt durchschnittlich wenigstens 3%, was in sanitärer Beziehung besonders zu beachten ist.

Die Messingöfen gleichen in Iserlohn Kaminen, welche vorn mit Thüren zu verschliessen sind und deren oberer Theil von einem 6 Fuss hohen Blechmantel gebildet wird. Nach *C. Bischoff*[10]) soll sich der grösste Theil des Zinkoxyds schon innerhalb des Blechmantels niederschlagen: 3 Fuss über dem Blechmantel betrug die mit Russ gemischte Menge 15% und nahm bis zur Höhe des Schornsteins immer mehr ab. Nur in einem einzigen Falle enthielt der in der Nähe der Fabriken auf Pflanzen niedergeschlagene Staub Spuren von Zinkoxyd. Schädliche Einwirkungen auf die nächste Umgebung könnten hiernach nur auf den Russ geschoben werden; dieser Russ wird zweifelsohne stets zinkoxydhaltig und daher in sanitätspolizeilicher Beziehung zu beachten sein. Abgesehen davon, dass der beim Reinigen solcher Essen gewonnene Russ nicht an jedem beliebigen Platze abgelagert werden darf, sollte ganz besonders auf die Höhe der Schlote mehr Rücksicht genommen werden, welche in den meisten Fällen viel zu niedrig und daher ohne Wirkung sind. Ausserdem ist zu verhüten, dass sich die Arbeiter nicht unnöthiger Weise den metallischen Dämpfen aussetzen, was häufig in der Weise geschieht, dass sie die Tiegel mit der Schmelze vor sich auf den Boden stellen, mit Stäben letztere einstossen und die emporsteigenden warmen Dämpfe in grosser Menge einathmen, anstatt dies Geschäft unter einem gut ziehenden Schlote vorzunehmen.*)

Was die Schädlichkeit der Zinkdämpfe für die Arbeiter anbetrifft, so ist *Bischoff* der Ansicht, dass dieselben nicht hiervon afficirt würden, selbst wenn sie sich in einer dicken Wolke von Zinkdämpfen befänden.

Nach allen vorliegenden Erfahrungen kann aber nicht bestritten werden, dass um so eher Gesundheitsstörungen eintreten werden, je mehr Messingdämpfe auftreten. Auch ist zu berücksichtigen, dass in kleinern Fabriken häufig altes Messing und die verschiedensten Abfälle von ungewisser Zusammensetzung benutzt werden.

Ferner ist es eine unbestrittene Erfahrung, dass bei Messinggiessern häufig eine Krankheit auftritt, welche als eine Folge der einwirkenden Zinkdämpfe betrachtet und deshalb **Zinkfieber** genannt wird. Mit mehr Recht verdient die Krankheit den Namen **Messingfieber**, denn es ist sehr zu betonen, dass dies charakteristische Leiden nur bei den Giessern vorkommt, welche sich mit dem Messingguss beschäftigen; die reinen Zinkdämpfe erzeugen zwar ein in mancher Beziehung ähnliches Leiden (s. S. 690), dieses beginnt aber nie mit dem eigenthümlichen Frostanfall, welcher das Messingfieber kennzeichnet.

Einige Modificationen abgerechnet, hat man das Messingfieber in Deutschland, Frankreich und England unter fast gleichen Erscheinungen beobachtet. *Greenhow*[11]) sah die Krankheit bei den Arbeitern in Birmingham, Wolverhampton und Sheffield; Verf. hatte oft Gelegenheit, die Krankheit in einer grossen Gefangenanstalt zu beobachten. Die Anfälle treten meist gegen Abend oder Nachmittags ein, wenn die Arbeiter sich den Tag über mit Giessen beschäftigt haben; Druck in den Hypochondrien, Widerwillen gegen Essen, Uebelkeit oder auch Erbrechen bezeichnen den Anfang dieses Leidens. Seltner sind kolikartige Schmerzen und reissende Zahnschmerzen; häufiger tritt dagegen ein fixer Kopfschmerz in der Schläfengegend ein, zu welchem sich ein Gefühl von allgemeiner Zerschlagenheit mit Gliederschmerzen hinzugesellt. Das Frösteln zeigt sich zuerst unter der Form von Horripilationen zwischen den Schulterblättern mit leichtem Zittern, steigert sich aber immer mehr zu einem heftigen Frostanfall wie im Kältestadium

*) Zur Hervorrufung eines kräftigen Zuges könnte die Einrichtung der auf S. 665 von *D'Arcet* angegebenen Anlage ähnlich sein.

der Intermittens. Der Frost kann 1, 2, selbst 3 Stunden lang anhalten, in der Regel dauert er aber 20—30 Minuten; hierauf folgt ein nicht stark ausgeprägtes Hitzestadium, welches alsbald in einen profusen Schweiss übergeht, wobei sich der Körper sehr heiss anfühlt. Am andern Morgen sind alle beunruhigenden Symptome verschwunden und der Kranke fühlt nur eine Mattigkeit, die ihn aber selten hindert, seine Arbeit wieder aufzunehmen. Nicht immer zeigt sich ein anfangs trockner, kitzelnder Husten, welcher sich später mit einem Auswurf von zähem Schleim verbindet. Der ganze Krankheitsanfall ist zwar kurz, kann sich aber oft wiederholen, bei manchen Arbeitern sogar im Verlaufe von einigen Wochen.

Bei trübem Wetter, wenn der Abzug der Dämpfe gehindert ist, oder wenn ungünstige Winde ihn in den Fabrikraum zurücktreten lassen, zeigt sich natürlich die Krankheit häufiger: auch hat man die Beobachtung gemacht, dass Arbeiter, die sich nur zeitweilig in der Giesserei aufhalten, leichter von der Krankheit befallen werden als alte Giesser, welche beständig mit dem Messingguss beschäftigt sind. Excesse in der Lebensweise oder auch eine bestimmte Krankheitsanlage begünstigen die Disposition zur Krankheit.

Die kleinen Modificationen mögen von dem grössern oder geringern Gehalte an Zink in der Legirung und von der Beimischung anderer metallischer Dämpfe herrühren. Bekanntlich ist Arsen ein steter Begleiter von Zink und ist es nicht bloss möglich, sondern wahrscheinlich, dass in gewissen Fällen das Krankheitsbild durch die beigemengten arsenikalischen Dämpfe Veränderungen erleiden kann; bedeutend kann aber die Menge derselben schon aus dem Grunde nicht sein, weil sonst die Restitution nicht so bald erfolgen würde.

In sanitärer Beziehung wird es sich sehr empfehlen, beim Einschmelzen von alten Metalllegirungen, deren Composition unbekannt ist, durch Zusatz von leicht schmelzenden Silicaten, Fluoriden oder Boraten eine leichtflüssige Schlacke zu erzeugen, um die metallischen Dämpfe möglichst aufzunehmen. Die abfallenden Schlacken können sehr gut bei der Glasfabrication verwendet werden und eine Entschädigung für diesen Zusatz liefern; man würde also durch diese sanitäre Massregel auch dem kaufmännischen Interesse nicht in nachtheiliger Weise zu nahe treten.

Immerhin wird das Hauptgewicht auf ein luftiges, mit zweckmässigen Einrichtungen für das Abziehen des Rauches versehenes Local zu legen sein, da es ausser Frage gestellt ist, dass die Krankheit um so gewisser auftritt, je enger das Arbeitslocal ist, je mehr es sich mit den Messingdämpfen anhäuft und je weniger für eine Ventilation gesorgt wird. Es ist höchst tadelnswerth, wie sehr man bei dieser Industrie noch alle sanitären Vorsichtsmassregeln vernachlässigt und die Arbeiter diesen schädlichen Dämpfen preisgibt.

In Zinkhütten kann die Krankheit schon deshalb nicht auftreten, weil in dem zu verarbeitenden Metalle verhältnissmässig sehr wenig Kupfer enthalten ist und nach allen vorliegenden Erfahrungen nur die Dämpfe der Legirung von Zink und Kupfer, welche das eigentliche Messing darstellt, als die wirkliche Krankheitsursache beschuldigt werden können.

Das Giessen der Metalle in Formen. Es ist hier der geeignetste Ort, über das Giessen der Metalle eine allgemeine Uebersicht zu liefern, zumal Messing, Bronze, Neusilber, Zink, Blei, Zinnlegirungen ausser dem Gusseisen, Silber und Gold am meisten zum Giessen benutzt werden.

Das **Material** für die **Gussformen**, d. h. für den hohlen, auszufüllenden Raum, besteht bei eisernen Gegenständen aus Sand und Lehm, zuweilen auch aus Eisen, bei Messing, Neusilber, Bronze ebenfalls aus Sand und Lehm, bei kleinen Figuren und Statuen von Bronze aus Sand, Lehm, Gips, Ziegelmehl, beim Giessen von Glocken aus Lehm oder zuweilen aus Sand. Für leicht schmelzbare Metalle benutzt man Formen von Eisen, Messing, Blei, Gips, Sandstein, Schiefer, zuweilen auch von Holz. Dabei unterscheidet man bleibende oder feste und verlorene Formen; letztere müssen für jedes Gussstück neu gemacht werden.

Die **Gussmodelle** bestehen meist aus Holz, bei Kunstgiessereien aus Thon, Lehm,

Ziegelmehl oder zur Darstellung vieler Gegenstände, z. B. von Kugeln, Töpfen, Ornamenten, aus Metall: sie stimmen mit der Gestalt des gewünschten Gussstücks möglichst überein. Vorzugsweise gebraucht man Schalen-, Sand-, Kasten- und Lehmguss: die Verschiedenheit des Verfahrens hierbei bietet auch verschiedene sanitäre Interessen dar.

Unter **Schalenguss** (**Poterie**) versteht man das Giessen von Eisen in eisernen Formen. Bei allen hohlen Gegenständen gebraucht man sogen. Kerne, durch die man im Innern des Gussstückes einen leeren Raum zu erhalten sucht.

Herd- oder **Sandguss** nennt man das Giessen grösserer Gegenstände von Gusseisen in offenen Sandformen: der Sand muss so viel Thon enthalten, dass er, mit Wasser angefeuchtet, sich ballen lässt. Auf dem Boden der Fabrik bildet man entweder in dieser sogen. Masse oder in nassem Sande durch Eindrücken des Modells die Formhöhlung.

Die Anfertigung der Formen für offenen Guss nach einem gegebenen Modell gehört zu den schwierigsten Geschäften beim Giessen: man stellt auf diese Weise vorzugsweise eiserne Platten, Roste für Kellerlöcher, Gitter, Gewichte, Ambosse, schwere Hämmer u. s. w. dar.

Zum **Kastenguss** sind Formkasten oder Laden erforderlich, die mit Sand gefüllt werden und aus zwei aufeinanderliegenden Rahmen bestehen. Man drückt das Modell bis zur Hälfte in den Sand des untern Rahmens, setzt den zweiten Rahmen darauf und füllt auch diesen mit Sand: dann hebt man vorsichtig den obern Rahmen ab, nimmt das Modell weg und fügt die Rahmen, deren Construction das Herausfallen des Sandes beim Aufheben verhütet, wieder zusammen. Die erforderlichen Gussöffnungen werden meist im Sande des obern Kastens angebracht, indem man hölzerne Pflöcke aufsetzt, welche man, nachdem der Kasten mit Sand ausgefüllt ist, wieder herauszieht. Windlöcher erzeugt man auf dieselbe Weise für das Austreten der Luft (s. Eisengiesserei).

Beim Formen von massiven Gegenständen in Sand müssen die Wände der Formhöhle vor dem Gusse mit dem Scheidungspulver (feinem Sande, Kohle, Russ oder Stärkemehl) stets sorgfältig bestreut werden, damit das Metall nicht an der Formmasse kleben bleibt.

In den Eisengiessereien stellt man in Kasten die conischen Räder, Schraubenspindeln, Eisenbahnräder, in der Messing- oder Bronzegiesserei die Büsten, Statuen u. s. w. dar. Zum Guss von Polsternägeln benutzt man eine sehr sinnreiche Form, desgleichen für den Guss der Fingerhüte.

Zum Formen von Gas- und Wasserleitungsröhren verwendet man ein zinnernes, eisernes oder messingenes Modell.

Lehmformen werden durch Modelliren oder Streichen mit einer Schablone dargestellt. Alle Lehmformen müssen vorsichtig getrocknet oder auch zuweilen hart gebrannt werden und zwar mit Kohlenfeuer in besondern Trockenkammern. Die Lehmformen für Geschütz- und Glockenguss werden mit Pferdemist und Kuhhaaren vermischt: gelangt das geschmolzene Metall in die Form, dann entwickeln sich höchst übelriechende und nicht ganz indifferente Gase und Dämpfe. Man unterscheidet bei Lehmformen den Kern, den Mantel und das Modell.

Was die **Apparate zum Schmelzen der Metalle** betrifft, so bedient man sich zum Schmelzen von Zink, Messing, Neusilber und Bronze der Tiegel, zum Schmelzen von Eisen der Schmelzöfen, zum Schmelzen der leicht schmelzbaren Metalle (Blei, Zinn, Schriftmetall), eiserner Löffel und Töpfe.

Flammenöfen benutzt man zum Gusse von Kanonen, von Bildsäulen und Thurmglocken von Bronze: sie sind wie die Reverberiröfen construirt. Der Schacht- oder Kupolöfen bedient man sich zum Schmelzen von Gusseisen (s. Eisengiesserei).

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass die Giesser von dem starken Staube bei der Darstellung der Gussformen sehr viel leiden. Der traurige Zustand derselben veranlasste schon vor 20 Jahren die französische Regierung, eine Commission zu berufen, welche die nähern Verhältnisse zu prüfen hatte; Tardieu hat als Berichterstatter vorzugsweise die Werkstätten von Kupfer- und Bronzegiessern geschildert.[12])

Die Arbeiter litten an Asthma, Brustkatarrh und allen möglichen Brustaffectionen; selbst ein Fabricant sah sich zu folgendem Geständniss genöthigt: „dans notre profession nous sommes tous un peu poussif!“ Die meisten Arbeiter klagten zwar nicht über bestimmte Krankheiten, aber die schweren Leiden offenbarten sich um so sicherer nach Verlauf einiger Jahre.

Höchstens vergehen 10 Jahre nach dem Eintritt in diese Arbeit, bis sich

die Wirkung derselben geltend macht, und grade in diesem Umstande liegt das Verderbliche aller Staubatmosphären. Weil der schädliche Einfluss nicht sofort in die Erscheinung tritt, wird er auch von den Arbeitern wenig beachtet; erst muss das Leiden einen gewissen Höhepunct erreicht haben, ehe die Arbeiter und Fabricanten an die Gefährlichkeit der verschiedenen Staubarten denken. Mit einer einfachen Brustbeklemmung beginnend, schreitet das Uebel unaufhaltsam weiter, namentlich wenn noch eine ungeregelte Lebensweise oder Uebermass von Spirituosen hinzutreten, bis schliesslich jede geringe Bewegung die Kurzathmigkeit im höchsten Grade steigert; die Athmungsnoth hält an und unter grosser Abmagerung und heftigen Beschwerden schreitet die Krankheit ihrem letalen Ausgange entgegen.

Nach den von Tardieu mitgetheilten Krankheitsfällen hat die Krankheit der Giesser die grösste Aehnlichkeit mit der Anthracosis pulmonum der Kohlenbergarbeiter. Es ist daher auch die Annahme gerechtfertigt, dass es weniger der Sand als der Kohlenstaub ist, welcher die Hauptursache der verschiedenen Brustaffectionen ist. Tardieu räth deshalb in präservativer Beziehung an, Stärkemehl stets an Stelle der Kohle als Streupulver zu benutzen; in allen Etablissements, wo dasselbe eingeführt worden sei, habe sich ein bedeutender Nachlass der Brustaffectionen gezeigt. Ausserdem muss jedoch eine zweckdienliche Ventilation der Fabrikräume hinzukommen, damit die Ausbreitung der metallischen Dämpfe in denselben verhütet wird.

Der Kohlenstaub ist nur die eine nachtheilige Seite dieses Gewerbes, hinzu gesellen sich meist noch die metallischen Dämpfe, die nach der verschiedenen Darstellung der Legirungen variiren und daher auch verschiedene Krankheitsprocesse zu erzeugen vermögen, unter denen sich das „Messingfieber“ durch die auffallendsten Erscheinungen kund gibt, während die Blei-, Arsen-, Antimondämpfe u. s. w. meist nur schleichend den Organismus zerrütten; so figuriren Giesser in den Morbiditätslisten nicht selten als mit Saturnismus behaftet. Die öffentliche Gesundheitspflege hat daher die doppelte Aufgabe, in allen Giessereien für die Beseitigung resp. Condensation der metallischen Dämpfe Sorge zu tragen und auch das Auftreten des Kohlenstaubes so viel als möglich zu verhüten.

Beizen und Gelbbrennen des Messings. Der **Guss** erfordert noch mehrere Manipulationen, um der Waare das gehörige Ansehen zu geben oder, wie bei Bronze- und Messingwaaren, eine andere Färbung zu verschaffen. Das Verfahren, welches bei **Bronzewaaren** zur Anwendung kommt, unterscheidet sich von dem bei Messingwaaren nur darin, dass man hierbei noch bisweilen essigsaure und salzsaure Dämpfe einwirken lässt oder kleinere Gegenstände mit Sauerwasser u. s. w. behandelt, um die **Antik-Bronze** oder **Patina** zu imitiren.

Beim **Beizen** veranlassen die hierzu erforderlichen Mineralsäuren die Entwicklung schädlicher Dämpfe; namentlich tritt hier bei der Verwendung der Salpetersäure eine grosse Menge salpetriger und Untersalpetersäure auf, die durch kräftig ziehende Schlote aus dem Beizlocale entfernt werden müssen. Diese **Beizlocale** oder **Beizhäuser** zerstören wegen dieser ihnen entströmenden Dämpfe leicht die gesammte Vegetation der nächsten Umgebung; es ist daher ihre Anlage und Situation wohl zu prüfen, ehe die Concession zum Betriebe ertheilt wird. Auch ihre innere Einrichtung sollte einer sanitätspolizeilichen Controle unterliegen, um die Arbeiter durch eine kräftige Ventilation vor den Gefahren, welchen sie hier ausgesetzt sind, so viel als möglich zu schützen.

Man unterscheidet bei den verschiedenen Proceduren a) das **Pökeln**, welches die Beseitigung des vorhandenen Kupferoxyds bezweckt. Die ausgeglühten Sachen bringt man noch heiss in ein Gemisch von Schwefelsäure und Wasser, spült sie ab und taucht sie dann in Salpetersäure, bis sie gelb und blank erscheinen: häufig gebraucht man auch sogleich mit Wasser verdünnte Salpetersäure.

Der Pökel wird allmählig so reich an Kupfer- und Zinksalzen, dass dieselben herauskrystallisiren und als blauer Vitriol in Färbereien benutzt werden. Nicht sehr concentrirten Pökel lässt man in einigen Gegenden frei abfliessen, was niemals gestattet werden sollte, da er Brunnen vergiften und alle Vegetation zerstören kann: stets sollte man das Kupfer aus demselben durch metallisches Zink als Cementkupfer gewinnen. Der Rückstand kann zu Zinkvitriol eingedampft werden.

b) Das **Verbrennen.** Aus dem Pökel kommen die Platten in die Blankbeize, in welcher sie vorgebrannt werden. Sie besteht aus Schwefelsäure, Salpetersäure, etwas Kochsalz oder Salzsäure: bisweilen setzt man auch etwas Urin, stets aber Russ hinzu, wodurch die Entwicklung von salpetriger und Untersalpetersäure ganz bedeutend vermehrt wird: Sägemehl, Theer oder Schnupftabak haben dieselbe Wirkung.

c) Das **Sieden** oder **Mattiren.** Die Mattbeize wird heiss angewendet und besteht aus Salpetersäure, Schwefelsäure und in Salpetersäure gelöstem Zink. Indem sich das Metall mit einem milchigen Schaume überzieht, entwickelt sich wieder viel salpetrige Säure, wobei das Metall ein graugelbes, mattes Ansehen bekommt; wahrscheinlich bildet sich auf der Oberfläche des Metalls hierdurch Kupferoxyd mit vielem Zinkoxyd von graugelblicher bis schwärzlicher Farbe. In einigen Fabriken gebraucht man auch Salpetersäure mit Wasser oder die bereits erwähnte Mischung von Salpetersäure, Schwefelsäure und Kochsalz.

d) Das **Beizen** soll die dunkelgraugelbe Oxydschicht entfernen; man benutzt zu dem Ende concentrirte oder nur wenig verdünnte Salpetersäure.

Das Verfahren ist nur in grossen Umrissen angedeutet worden, um den Arzt auf die wichtigsten Momente, welche hierbei in sanitärer Beziehung zur Sprache kommen, aufmerksam zu machen.

Auch die salpetersauren Dämpfe gehören zu den Giften, welche nicht sofort ihre deletäre Wirkung äussern, aber bei stetiger Einwirkung sicher den Organismus zerrütten.[13]) Es kommt daher vorzüglich darauf an, die Beizgefässe unter einem Schlot aufzustellen, welcher bei einem kräftigen Zuge die Verbreitung der Dämpfe im Fabrikraume verhütet; dabei muss der Schlot ausreichend hoch sein, damit auch die Anwohner nicht von diesen schädlichen Dämpfen getroffen werden. Der bei der Weissblech-Verzinnung empfohlene Schlot würde auch hier den Zweck am vollkommensten erreichen.

2) **Bronzeartiges Messing, d. h. Legirungen aus Kupfer und Zink mit Beimengungen von Zinn.** Hierher gehört der französische Tombak für Gewehrbeschläge, die goldähnliche Bronze zu Schmucksachen und die moderne Bronze oder Statuenbronze.

Die Gegenstände bedecken sich mit der Zeit mit einer grünen Schicht (Antikbronze, Patina); durch Bildung von Schwefelkupfer werden sie schwarz. Die meiste Bronze ist eine Verbindung von Tombak mit 2—3% Zinn: der Zinkgehalt kann zwischen 10% und 32% schwanken: der Bleigehalt ist häufig zufällig und daher meist sehr gering; ein Gehalt von 1% Blei soll die Flüssigkeit der Legirung befördern und wird deshalb bisweilen absichtlich zugesetzt.

Beim **Giessen der Statuen** ist zu bemerken, dass sich während des eigentlichen Gusses das ganze Giesshaus mit einem zum Husten reizenden, kratzenden, weisslichen Rauch, welcher wesentlich Zinkoxyd enthält, anfüllt (s. Zinkdämpfe). Wenn die Form nicht vollständig trocken gewesen ist und das glühende Metall mit Wasserdämpfen in Berührung kommt, können auch sehr leicht Explosionen erfolgen.

3) **Lagermetalle**, oder Legirungen aus Kupfer mit ziemlich viel Zink und Zinn sowie untergeordneten Beimengungen anderer Metalle. Die Legirungen dieser Art finden fast sämmtlich in der Maschinenconstruction Anwendung, wovon der Name: Lagermetall, herrührt.

Die noch schöne Goldfarbe der zweiten Gruppe geht hier bei grösserm Zusatze von Zinn in das Graue oder Weisse über. Der Zusatz von Zink vermehrt die Härte und Festigkeit; am meisten wird diese Legirung bei der Construction von Locomotiven und Dampfmaschinen benutzt.

4) **Aechte Bronze** oder **Zinnbronze.** Es sind Legirungen von Kupfer und Zinn, welche zum Guss von Glocken, Kanonen, Metallspiegel, Münzen und Medaillen benutzt werden; hierher gehört vorzüglich die Antikbronze der Alten. Der Zinngehalt macht das Kupfer fester, härter und spröder; Zusatz von Blei macht, wie schon erwähnt worden, die Bronze leichtflüssiger, zäher und dehnbarer, befördert aber auch die Oxydation.

Das beste Glockenmetall besteht gewöhnlich aus 85% Kupfer und 15% Zinn, aber auch in andern Proportionen. Als Ersatz der Bronze hat man auch Spiegeleisen und neuerdings in Bochum Gussstahl zum Glockengiessen in Anwendung gebracht.

Beim Geschützguss wird zuerst Kupfer resp. altes Geschütz geschmolzen und dann Zinn unter Umrühren zugesetzt, wobei sich stets nicht unerhebliche Mengen von Zinnoxyddämpfen entwickeln; gewöhnlich steigt der Zinngehalt von 8—10%.

Spiegelmetall zur Anfertigung von Metallspiegeln erfordert einen grössern Zinnzusatz, wodurch hellere Farbe und grössere Politurfähigkeit erzeugt wird. Wenn das Kupfer geschmolzen und das Zinn unter Umrühren zugesetzt ist, wird die Masse durch Ausgiessen in kaltes Wasser granulirt, dann abermals geschmolzen und kurz vor dem Gusse mit Arsenik versetzt; die Menge des letztern beträgt ungefähr 1–2%. Wenn sich schon beim Schmelzen von Zinnmetall Spuren von Arsen entwickeln, so ist bei diesem absichtlichen Zusatze von Arsenik ganz besonders auf die arsenikalischen Dämpfe Rücksicht zu nehmen.

Bei der Anfertigung der Medaillenbronze schmilzt man die Masse in Tiegeln schnell ein und formt sie in Sandformen.

Vorzugsweise gebraucht man die Bronze zu Bijouterien, Schmucksachen überhaupt und für zu vergoldende Waaren.[14])

Die **Fabrication der Bronzewaaren** gehört zu den ältesten Industriezweigen, wofür die grosse Menge von Bronzegegenständen aus den frühesten Zeiten spricht; späterhin wurde die Bronze fast ausschliesslich zu Geschützen benutzt, bis namentlich die Fortschritte in der Beleuchtungskunst auch dieser Industrie einen bedeutenden Aufschwung gegeben haben, wie die Fabrication von Lampen, Kron- und Wandleuchtern beweisen.

Verfolgt man diese wichtige Industrie in den verschiedenen Stadien der Fabrication, so ergibt sich, dass schon die Ausarbeitung der **Modelle** eine besondere Sorgfalt erfordert. Die **Formen** werden aus feuchtem Sande angefertigt und in Wärmöfen 12—24 Stunden lang getrocknet. Die beim **Guss** entstandenen Unregelmässigkeiten werden mit Feile und Meissel oder bei runden Gegenständen auf der Drehbank beseitigt; dann folgt beim regelmässigen Aufeinanderfolgen der verschiedenen Manipulationen die **Löthung** der zusammengehörigen Theile, das **Verputzen** der Löthstellen und das **Beizen**, um das auf der Oberfläche entstandene Oxyd zu beseitigen. Theile, welche glänzend erscheinen sollen, werden polirt: um das Dunkelwerden der Bronze aber zu verhüten, werden die Gegenstände **lackirt**, d. h. mit einem feinen, durchsichtigen Firniss überzogen, um sie gegen den Einfluss der Luft zu schützen. Bisweilen erzeugt man absichtlich durch einen dunkeln Lack eine braungrüne Farbe: namentlich müssen die aus Zink angefertigten Theile entweder durch einen solchen Lack oder durch Vergolden mittels Bronzefarben gefärbt werden.

Berlin besitzt gegenwärtig 4 der grössten Fabriken dieser Art, in welchen in der letzten Zeit ungefähr 1500 Arbeiter beschäftigt wurden; die meisten für neue Theater bestimmten Colossal-Kronleuchter sind aus Berliner Fabriken hervorgegangen.

Die **mechanische Behandlung der Messing- oder Bronzewaaren** geschieht wie bei fast allen Metallen durch **Schmieden, Walzen** und **Ausziehen.** Ausser den Messing- und Bronzeblechen sind besonders die messingenen Drähte von grosser industrieller Wichtigkeit.

Unter **Metalldraht** überhaupt versteht man ein durch Ziehen, Walzen oder Pressen entstandenes Stück Metall von grosser Länge und geringer Dicke. Die genauere

Beschreibung der Darstellung gehört der Mechanik an und es sei hier nur erwähnt, dass in Iserlohn ausser den vielen Schmucksachen vorzugsweise Panzerharnische und in Limburg Drahtgewebe aus Messingdraht dargestellt werden. Das letztere wird zu sehr vielen häuslichen Gegenständen verwendet, leider aber auch mit dem unvermeidlichen Schweinfurtergrün angestrichen. Käseglocken, Schränke, Wiegen u. s. w. von solchem Drahtgewebe kommen nicht selten vor, da die schädliche Farbe leicht abspringt, so sind alle Hausgeräthe dieser Art gänzlich zu verwerfen.

Auch die **Stecknadelfabrication** gehört hierher: sie zerfällt 1) in die **Anfertigung des Schaftes aus Messingdraht**, der zur Erlangung der nöthigen Steifigkeit durch die entsprechenden Löcher eines Zieheisens mehrmals gezogen und dadurch gehärtet wird. Zum Graderichten dient das sogen. Richtholz; dann wird der Draht mit der Schrotschere in die Länge der zu verfertigenden Nadeln geschnitten. Zum Anspitzen wird kein Schleifstein, sondern eine scheibenförmige Feile, der Spitzring, gebraucht, der von Eisen, an der Peripherie aber verstählt und feilenartig gehauen ist; zum Glätten der Spitze benutzt man einen Ring mit feinerm Hiebe. Dieses Anspitzen und Glätten ist in sanitärer Beziehung ebenso wichtig wie das Schleifen der Nähnadeln, da sich hierbei ein feiner **Messingstaub** entwickelt, der ebenso wie der **Stein-** und **Stahlstaub** beim Schleifen der Nähnadeln auf die geeignete Weise aus der Athmungszone der Arbeiter zu entfernen ist und dieselben Einrichtungen erfordert (s. Schleifen der Nähnadeln).

2) Die **Verfertigung der Köpfe** geschieht aus spiralförmig gewundenem Drahte, 3) das **Anköpfen** mittels eines kleinen Fallwerkes, der Wippe; andere Methoden, z. B. das Angiessen der Köpfe mittels einer Legirung von Blei und Antimon, haben noch wenig Anklang gefunden. 4) Das **Verzinnen der Stecknadeln** ist schon S. 659 beschrieben worden.

5) **Legirungen von Kupfer, Zink und Nickel: Neusilber.** Neusilber stellt eigentlich Messing mit einem Zusatz von 1/6 bis 1/3 Nickel dar. Das chinesische Pakfong oder Paktong, d. h. Weisskupfer, wurde wahrscheinlich schon aus Nickelerzen mit Kupfer und Zink zusammengeschmolzen. In Suhl wurden bereits 1740 die Gewehrkolben zur Verzierung mit Neusilber beschlagen.

Die erste Fabrik in Berlin im Jahre 1824 war die der Gebrüder *Henniger; Geitner* in Schneeberg brachte dieselbe Waare aber schon 1821 als Argentan in den Handel.

Von sauren Flüssigkeiten wird es weniger als Messing und etwas mehr als 12löthiges Silber angegriffen; sein sehr geringer Gehalt an Arsen (0,4 %) ist beim Gebrauch der daraus angefertigten Tischgeräthschaften von keinem Belang, obgleich im Königreich Sachsen früher deshalb ein Verbot seiner Verwendung ergangen ist. Mehr Vorsicht dürfte beim Schmelzen des Metalls für die Arbeiter nothwendig werden und es ist dringend erforderlich, für einen guten Abzug der metallischen Dämpfe zu sorgen, obgleich man einen Theil des Kupfers mit dem Nickel meist unter einer Kohlendecke schmilzt und dann Zink zugibt; oder man schichtet die Metalle abwechselnd in 10—15 Pfund fassenden Tiegeln und gibt zuletzt eine Decke Kohlenstaub auf.

Alfénide, Christophelmetall, Argyroide, Argyrophan sind galvanisch versilberte Neusilberarten. Man hat auch Neusilberarten zu Glockenmetall, Zapfenlagern, Spiegeln, Reflectoren u. s. w. verwendet, bei welchen das Zink durch Zinn vertreten ist.

Neusilberschlagloth ist Neusilber mit mehr oder weniger Zink, **Alpakasilber** und **Perusilber** sind Neusilberarten mit einem Gehalt an Silber.

Ausserdem setzt man unter Umständen dem Kupfer, ausser Zink und Nickel, auch Blei oder Kobalt, Eisen, Mangan und Chrom zu.

6) **Legirungen des Kupfers mit edeln Metallen, Münzmetalle.** Zur Anfertigung der Münzen wird Gold oder Silber nach dem geltenden Münzfusse mit Kupfer legirt. Die Metalle werden unter einer Decke von Kohlen geschmolzen und in gusseisernen Formen zu 15 Zoll langen und 3—4 Linien dicken Platten (Zainen) ausgegossen; diese werden im Streckwerke zu Münzschienen von der vorgeschriebenen Dicke ausgewalzt und auf der Ausstückelungsmaschine in der vorgeschriebenen runden Form ausgeschnitten.

Diese Scheiben werden justirt, d. h. ihrem Gewichte nach sorgfältig berichtigt, dann feingesotten resp. gebeizt und zwar in sehr verdünnter Schwefelsäure; aus der

Flüssigkeit wird bei Kupfermünzen der Kupfervitriol gewonnen. Nach dem Sieden werden die runden Scheiben nochmals justirt und dann mittels Prägewerke gerändelt und geprägt.

Beim Golde heisst die Legirung Karatirung. Bei der rothen Karatirung besteht der Zusatz aus Kupfer, bei der weissen aus Silber. Ein Zusatz von Palladium zu Kupfer und Gold macht die Legirung weisser, grade wie Platin und Zinn.

Legirungen aus Platin und Kupfer sind dem Golde sehr ähnlich; sie eignen sich vortrefflich zu Metallspiegeln für optische Instrumente. Zu Schreibfedern, die nicht rosten, gebraucht man eine Legirung von Platin, Silber und Kupfer.

7) **Legirungen des Kupfers mit vorherrschendem Gehalt an Zink, Zinn, Eisen oder Antimon: Weisses Lagermetall.** Diese Legirungen werden hauptsächlich zu Achsenlagern verwendet. Hierher gehört auch das bereits erwähnte Britannia-Metall (s. S. 666), eine Legirung mit vorherrschendem Zinn; das Kupfer soll in der Regel nicht über 5% betragen, obgleich sich in neuerer Zeit wenig Zuverlässiges über die Composition solcher Legirungen sagen lässt.

Britannia-Metall wird namentlich zu Tisch- und Speisegeräthen aller Art benutzt, wobei man von dem Gedanken ausging, das Zinn durch andere Metalle, besonders durch Antimon, härter, politurfähiger und klingender zu machen. Im Allgemeinen stehen die Britannia-Gefässe auf gleicher Stufe mit den zinnernen; sie laufen an der Luft nicht leicht an; gegen Pflanzensäuren, z. B. Essig, verhalten sie sich wie reines Zinn, wenn eben Antimon nicht vorherrscht oder Zusätze von Blei und Zink fehlen.

Letternmetall muss leicht schmelzbar sein; man legirt deshalb 80 Th. Blei, 20 Th. Antimon und nur höchstens 2/3 % Kupfer; die Legirung wird durch das Kupfer etwas geschmeidiger. Auch ist eine Legirung von Zink, Zinn, Blei und Kupfer besonders für Stereotypen beliebt.[15])

Kupferverbindungen.

Kupferchlorür Cu_2Cl_2 ist hier zu erwähnen, weil es zur Darstellung von Sauerstoff im Grossen benutzt wird. Man behandelt Kupferspäne oder Kupferblech an der Luft mit Salzsäure und erhält eine dunkelbraungrüne Flüssigkeit, die verdampft wird, um Kupferchlorid $CuCl_2$ zu erhalten. Bei Erhitzung desselben geht zuerst Wasser, dann Chlor über und es bleibt Kupferchlorür zurück, das an der Luft in Kupferoxychlorid $CuCl_2 . CuO$ verwandelt wird; erhitzt man dieses bis zu 400°, so entweicht der aufgenommene Sauerstoff und es entsteht wieder Kupferchlorür, welches dann demselben Processe dient.

Kupferchlorid $CuCl_2$ wird nach *Deacon* zur Gewinnung von Chlor benutzt (s. S. 44); es ist leicht löslich und bildet mit Chlorammonium und Chlorkalium Doppelsalze. Die Tinctura antimiasmatica Köchlini ist Kupferchlorid-Chlorammonium. Als Desinfectionsmittel verbrennt man Kupferchlorid in alkoholischer Lösung auf Lampen.

Kupfersulfat, Kupfervitriol $CuSO_4 + 5H_2O$ wird im Grossen durch Rösten von Schwefelkupfer oder Eindampfen der Grubenwässer dargestellt, die bei der Verwitterung der Kupferkiese entstehen; da letztere auch Schwefeleisen enthalten, so entsteht stets Eisenvitriol neben Kupfervitriol; diese gemischten Vitriole heissen Goslaer-, Salzburger- oder Cyprischer Vitriol.

Bei der Affinirung des Silbers, d. h. bei der Scheidung des Silbers von Gold, Kupfer u. s. w. in Münzwerkstätten, wird das goldhaltige Silber durch Schwefelsäure in Silbersulfat übergeführt, welches bei der Behandlung mit Kupfer unter Entstehung von Kupfersulfat metallisch ausgeschieden wird. In ähnlicher Weise liefert auch das *Ziervogel*'sche Verfahren (s. S. 680) bei der Silbergewinnung Kupfervitriol als Handelswaare.

Verwendung findet Kupfervitriol in der Färberei und Farbentechnik, namentlich beim Schwarzfärben des wollnen Garns und Tuchs. Die weisse Reservage für Walzendruck besteht hauptsächlich aus Grünspan oder Kupfervitriol. In betrügerischer Weise wird Kupfervitriol auch dem Weizenmehl (s. S. 88) zugesetzt. Die Behandlung des zum Säen bestimmten Weizens zum Schutze gegen Insectenfrass u. s. w. ist nur dann schädlich, wenn ein solcher Weizen zum Mahlen oder Backen benutzt wird.

Kupferacetat, essigsaures Kupfer. Alle organisch-sauren Kupfersalze haben eine lebhaft grüne Farbe; man nennt sie deshalb im gewöhnlichen Leben Grünspan. Das

neutrale, essigsaure Kupfer heisst krystallisirter oder destillirter Grünspan $Cu(C_2H_3O_2)_2 + H_2O$; er wird dargestellt, indem man Kupfertafeln mit Weintrebern in Fässern schichtet, wobei der Alkohol zu Essigsäure oxydirt wird. In Schweden und Grenoble schichtet man das Kupfer mit in Essig getränkten Filzlappen.

Der gemeine basische Grünspan kommt im Handel als hellblauer oder französischer ($2Cu(C_2H_3O_2)_2 + CuO$) oder als grünlicher ($Cu(C_2H_3O_2)_2 + CuO$) vor.

Verwendung findet Grünspan bei der Darstellung der Tapeten- und Malerfarben sowie der Essigsäure; der Grünspan-Staub wirkt auf alle Schleimhäute reizend ein.[16])

Kupferfarben. Verschiedene Farben, z. B. **Bergblau, Braunschweigerblau, Bremerblau,** enthalten Kupferhydrat; werden die Kupfersalze mit kohlensauren Alkalien gefällt, so nennt man den Niederschlag von basischem Kupfercarbonat **Bremer-, Braunschweiger-, Mineral-** oder **Neuwiedergrün.**

Wird metallisches Kupfer mit Kochsalz oder Salmiak behandelt, so bildet sich ein schöner hellgrüner Niederschlag von basischem Kupferchlorid (Kupferoxychlorid); diese Farbe ist haltbarer, aber nur als Wasserfarbe zu benutzen, da sie bei Gegenwart von Oel ölsaure Verbindungen eingeht und sich verändert.

Leider kommen alle diese Farben auch in Verbindung mit Arsen im Handel vor, so dass man sich auf die Nomenclatur dieser Farben nicht verlassen darf (s. Arsen).

Kupfernitrat $Cu(NO_3)_2 + 6H_2O$ entsteht, wenn man eine Auflösung von Kupfer in Salpetersäure bei niedriger Temperatur abdampft; bei erhöhter Temperatur krystallisirt das Salz mit $3H_2O$. In der Färberei wird es beim Färben mit Anilinschwarz benutzt.

Zinnsaures Kupfer entsteht als prächtiger grüner Niederschlag, wenn man eine Kupferoxydlösung mit einer Lösung von Zinn in Königswasser mischt und dann mit Natronlauge präcipitirt; sie ersetzt vollständig das Schweinfurtergrün und ist in sanitärer Beziehung mit keiner Gefahr in der Anwendung verbunden.

Quecksilber, Hg.

Quecksilber gehört zu den seltner vorkommenden Metallen; meistens findet es sich eingesprengt und in Höhlungen im Thonschiefer und Sandstein, z. B. zu Almaden in Spanien und Idria in Krain u. s. w. In neuerer Zeit liefert auch Californien Quecksilber.

Quecksilberhornerz ist Quecksilberchlorür; sein häufigstes Vorkommen ist die Verbindung mit Schwefel als **Zinnober** (Quecksilbersulfid), welcher mit Erde oder, wie zu Idria, mit Bitumen vermischt ist; im letztern Falle heisst die Verbindung Lebererz.

Quecksilber ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall, welches erst bei —40° fest wird und bei 360° siedet; es verflüchtigt sich aber bei jeder Temperatur und dehnt sich bei der Wärme ziemlich stark aus.

Im Mittelalter wurde Mercurius für einen hypothetischen Bestandtheil aller Körper erklärt; der Ausspruch von Paracelsus: „dass der Mensch aus Sulphure, Sale und Mercurio gleich den Metallen seinen Ursprung nehme,“ hängt hiermit zusammen.

Wirkung der Quecksilberdämpfe auf den thierischen Organismus. 1) Ein Kaninchen sass im grossen Glaskasten; am 1., 2., 3. und 4. Tage wurden im warmen Sande binnen 2 Stunden 2 Grm. Quecksilber verdampft; am 6. und 7. Tage Verdampfung von 1,5 Grm. Am 15. Tage war noch keine Veränderung im Befinden des Thieres eingetreten. Es wurden alsdann 5 Grm. Quecksilber in einer Retorte erhitzt und die sich entwickelnden Dämpfe in den obern Theil des Kastens eingeblasen und zwar in Pausen von 10 Minuten. Erst 6 Tage nachher zeigt sich das Zahnfleisch geröthet und geschwollen, wobei das Fressen aufgehoben ist; auch die Augen-Bindehaut ist etwas geschwollen und geröthet. Dieser Zustand verlor sich in den nächsten Tagen, worauf das Befinden ungestört blieb.

2) Ein Kaninchen sass im kleinen Kasten; 20 Grm. Quecksilber wurden verdampft und die Dämpfe eingeleitet. Am andern Tage Röthung der Bindehaut und Schleimansammlung im innern Augen-Winkel. Zwei Tage nachher wurden 10 Grm. und darauf nach zwei Tagen binnen ¾ Stunden wiederum 10 Grm. Quecksilber verdampft. Es wurde keine auffallende Veränderung im Befinden bemerkt; zwei Tage

nachher wurde das Kaninchen Morgens in sitzender Stellung todt gefunden. Die Untersuchung der Mundhöhle ergab nur ein blasses Zahnfleisch.

Section Nachmittags. Leichenstarre erheblich; die Conjunctiva des linken Auges stark geröthet. Beim Abziehen des Felles zeigen sich die oberflächlichen Venen sehr angefüllt; auch die Schädelknochen sind mit Blut imprägnirt. Die Hirnhäute stark injicirt und dadurch dunkel gefärbt; ein dünnes, geronnenes Blutextravasat überzieht die untere Fläche der beiden Hemisphären, soweit sie das Kleinhirn bedecken. Die Injection der Venen an der Basis des Gehirns sehr bedeutend, die Gehirnmasse etwas weicher als gewöhnlich; der Boden der linken Orbita ist mit festgeronnenem, schwarzem Blutextravasat bedeckt. Die Lungen von gewöhnlicher Ausdehnung, hellrother Farbe mit braunrothen Marmorirungen; das Parenchym nirgends fest; drückt man eine mit Salpetersäure angefeuchtete Kupfermünze auf einzelne Lungenpartien, so tritt eine deutliche Verquickung zu Tage. Quecksilberkügelchen konnten in den Verzweigungen der Bronchien nicht aufgefunden werden. Aus den Durchschnittsflächen fliesst wenig dickflüssiges und dunkelrothes Blut. In den grössern Venen und in allen Herzhöhlen geronnenes, schwarzes Blut; die Schleimhaut der Trachea und selbst der kleinsten Bronchien ist braunroth injicirt; die sehr blutreiche Leber ist dunkelbraun.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass die Quecksilberdämpfe bei kleinern Thieren nur bei wiederholter und intensiver Einwirkung einen letalen Ausgang herbeiführen; dass die Dämpfe in das Lungengewebe eindringen, kann nicht mehr dem geringsten Zweifel unterliegen. Den Nachweis von eingelagerten Quecksilberkügelchen, der bei obigem Versuche nicht gelang, hat v. Bärensprung beigebracht.[1]) Bei drei Versuchen wurden Kaninchen längere Zeit den Dämpfen kochenden Quecksilbers ausgesetzt; bei der Section fanden sich zahlreiche linsen- bis stecknadelkopfgrosse Hyperämien und einige rothe und graue Flecke, in welchen das Lungengewebe hepatisirt war. Als Kern mehrerer solcher Hyperämien und Hepatisationen konnten Quecksilberkügelchen mittels des Mikroskops nachgewiessen werden; auch im Bronchialschleim zeigten sich dieselben. In Betreff der Injection der Schleimhaut der Luftröhren und der Bronchien sowie des Geronnenseins des Blutes stimmte der Befund vollständig mit den oben erwähnten Beobachtungen überein.

In der Industrie sind es fast immer die Quecksilberdämpfe, welche die Intoxication herbeiführen und bei der leichten Verdunstung dieses Metalls fast bei jeder Temperatur auftreten. Merget[2]) behauptet sogar, dass sie noch bei 44⁰ C. unter Null stattfinde, auch schreibt er den Dämpfen ein bedeutendes Diffusionsvermögen zu, da man solche vom Boden bis zur Decke eines Raumes nachweisen könne, wenn z. B. Quecksilber bei verhältnissmässig kleiner Oberfläche verdampfe*).

Die Symptome des sogenannten gewerblichen Mercurialismus beziehen sich hauptsächlich auf die gastrischen Organe und das Nervensystem. Digestionsstörungen bleiben selten aus; mit dem verminderten Appetit zeigt sich namentlich Widerwillen gegen Fleischspeisen und zu dem schlechten metallischen Geschmack und der belegten Zunge gesellen sich häufig Magendruck, Aufstossen und Uebelkeit. Bei zunehmender Krankheit kommt es zum Erbrechen und zu Durchfällen, während Speichelfluss und die Erscheinungen der Stomatitis mercurialis stets um so mehr in den Vordergrund treten, je mehr der Organismus Quecksilber aufgenommen hat. Nur die schlimmsten und ganz ver-

*) Dass auch bei Inunctionscuren die Quecksilberdämpfe auf die Mundschleimhaut einwirken und zur Erzeugung von Stomatitis beitragen werden, darf wohl als gewiss angenommen werden, namentlich wenn kleine Räume, hohe Temperatur u. s. w. die Verdunstung des Metalls begünstigen. *Kussmaul* vergleicht mit Recht die Räume in manchen Hospitälern, die jahrelang und ohne Unterbrechung zu Schmiercuren benutzt werden, mit den Belegräumen der Spiegelfabriken.

nachlässigten Fälle können zu Brand der Weichtheile oder gar Necrose der Kieferknochen führen.[3])

Angina mercurialis kann sich mit Stomatitis compliciren und beweist immer einen höhern Grad der Intoxication. Dass Conjunctivitis durch Quecksilberdämpfe erzeugt werden kann, ergeben die Versuche an Thieren mit Bestimmtheit.

Auf der Haut bildet sich bisweilen das Ekzema mercuriale; ausserdem beobachtet man eine Neigung zum Schweisse, namentlich zu starken Nachtschweissen, ein Symptom, das der Wirkung des Quecksilbers zuverlässig angehört.

Kussmaul legt auch auf die Häufigkeit der Lungenschwindsucht bei Quecksilberarbeitern Gewicht; wenn man auch eine besondere Affinität der Quecksilberdämpfe zu den Lungen nicht annehmen kann, so ist es doch als Thatsache festzuhalten, dass sich die in grösserer Menge eingeathmeten Quecksilberdämpfe im Lungengewebe zu metallischen Kügelchen wieder condensiren und jedenfalls zunächst irritirend einwirken können. Ebenso bedeutend ist aber auch die durch den Mercurialismus herbeigeführte Schwächung des ganzen Organismus; es geben sich daher auch bei Sectionen die Folgen vorzugsweise als ödematöse Schwellungen und Blutstauungen in den Lungen zu erkennen. So viel steht aber fest, dass man Arbeiter mit tuberculöser Anlage von jeder Beschäftigung abhalten soll, die mit der Entwicklung von Quecksilberdämpfen verbunden ist*).

Die deutlich ausgesprochene Beziehung des Mercurs zum Nervensystem gibt sich ganz besonders im gewerblichen Mercurialismus kund und zwar zunächst als Zittern, Tremor mercurialis. Man trifft die Krankheit am häufigsten bei Spiegelbelegern, Verfertigern von physikalischen Instrumenten und Vergoldern.

Eine 20jährige Barometermacherin hatte schon im Jahre 1869 Mercurialzittern und Salivation; das Kind, welches sie damals säugte, bekam ebenfalls Zittern. Während einer 3monatlichen Schwangerschaft sistirte dann das Zittern, stellte sich aber, nachdem Patientin abortirt hatte, wieder ein. Als sie abermals schwanger geworden war, hörte das Zittern wieder auf, kam aber nach der Entbindung im November 1871 wieder. Das Zittern war so heftig, dass Patientin gar nicht gehen konnte; auch der Kopf und die Zunge waren sehr stark afficirt und das Sprechen lallend; gleichzeitig war starke Stomatitis vorhanden. Auf eine elektrische Behandlung trat eine bedeutende Besserung ein, das Zittern kehrte aber nach einiger Zeit verstärkt wieder, so dass sie sich im Juli 1872 abermals der elektrischen Behandlung unterziehen musste, die nach 8 Wochen einen guten Erfolg hatte.[4])

Das Zittern wird in der Weise gewöhnlich eingeleitet, dass sich die Muskeln der Hände und Arme dem Einfluss des Willens entziehen und die Kranken unfähig zu jeder Manipulation werden. Während des Schlafes hört das Zittern auf, es kann aber noch jahrelang fortdauern, wenn schon die übrigen Erscheinungen des Mercurialismus gehoben sind; bisweilen tritt es anfallsweise wie ein Schüttelfrost des Wechselfiebers auf und kann anhaltend ausgedehnte Muskelgruppen ergreifen.

Das mercurielle Stammeln (Psellismus mercurialis) hat dieselbe Bedeutung wie das Zittern der Muskeln der Extremitäten.

Allgemeine Convulsionen kommen beim Mercurialismus nicht vor; höchstens sind epileptiforme Schwindelanfälle constatirt; diese sowie die Ohnmachtsanfälle, ängstlichen Träume, Ohrensausen u. s. w. sind zum Theil wohl auch als Folgen der tiefen Ernährungsstörung aufzufassen.

Apoplexia mercurialis kann nach den Thier-Versuchen nicht in Abrede gestellt werden; auch die thatsächlichen Erfahrungen, nach welchen nicht

*) Die fettige Degeneration der Leber, Milz oder Nieren kommt wohl nur bei Sublimat-Einwirkung vor.

bloss Quecksilberarbeiter bisweilen apoplektisch sterben, sondern auch der Missbrauch der Inunctionscuren diesen Ausgang herbeizuführen vermag, sprechen für ihr Vorkommen.

Unbehülflichkeit der Beine, der unsichere und schwankende Gang bei eingebogenen Knieen und stark gespreizten Beinen kommt selten vor; wo diese Erscheinung auftritt, da ist das Vermögen, bei geschlossenen Augen zu stehen und zu gehen, noch vorhanden; hierin ist ein Unterschied von Tabes dorsalis nahe gelegt. Vollständige Paralyse ohne Zittern einzelner Extremitäten zeigt sich sehr selten.

Auch gibt es keine bestimmte Form von Psychose, die dem Mercurialismus eigenthümlich wäre; eine geistige Abstumpfung und Verstimmung kann die übrigen Nervensymptome begleiten. Ganz besonders ist aber noch der nachtheilige Einfluss der Arbeit in Spiegelbelegräumen u. s. w. für schwangere Frauen hervorzuheben; alle Erfahrungen stimmen darin überein, dass sie leicht abortiren und todte Kinder gebären. Nach den in Fürth gemachten Beobachtungen leiden auch die Kinder solcher Belegerinnen an Zittern, ein Umstand, der dadurch erklärt werden kann, dass an den Kleidern dieser Arbeiterinnen noch die Quecksilberdämpfe haften, die dann auf die Säuglinge einwirken. Es werden aber auch Fälle von angeborenem Zittern mitgetheilt.

Wie der Organismus stets ein Bestreben zeigt, das ihm Fremdartige wieder auszustossen, so zeigt es sich auch beim Quecksilber; es sind die verschiedenen Excretionsorgane, die Speicheldrüsen, die Leber, die Nieren, die Schleimhaut des Magens und des tractus intestinalis, welche diese Ausscheidung vermitteln. Andrerseits ist aber zu berücksichtigen, dass das Quecksilber wegen seiner Verbindung mit den Eiweissstoffen stets längere oder kürzere Zeit im Körper zurückgehalten werden kann und nach *Voit*'s Ansicht wahrscheinlich erst mit der allmähligen Oxydation dieser Eiweissstoffe aus dem Organismus wieder ausgeschieden wird [5]) Viele Thatsachen sprechen dafür, dass auf diese Weise das resorbirte Metall längere Zeit im Körper verweilen und zu Recidiven führen kann, ohne dass eine neue Aufnahme von Mercur stattgefunden hat, grade so wie es sich beim Saturnismus chronicus verhält.

Nach *Riederer*'s Untersuchungen über die Vertheilung des Quecksilbers im Organismus enthalten die Muskeln nächst der Leber die grösste Menge des resorbirten Quecksilbers. Bei einem Hunde nämlich, der im Laufe von 31 Tagen 2,789 Grm. Calomel in 87 Dosen erhalten hatte, wurde in den untersuchten Substanzen etwa 94% der eingeführten Quecksilbermengen wiedergefunden; es waren im Kothe 2,1175 Grm., im Harn 0,0550 Grm. Schwefelquecksilber enthalten; im Gehirn, Herzen, in den Lungen, in der Milz, im Pancreas, in den Nieren, Hoden, im Penis, die zusammen ein Gewicht von 335 Grm. hatten, konnten 0,0090, in der Leber, die ein Gewicht von 213 Grm. hatte, 0,0140, in den Muskeln, die 2482 Grm. schwer waren, aber 0,0114 Grm. Schwefelquecksilber nachgewiesen werden. Die Menge des Quecksilbers in der Leber war somit relativ am grössten, in den Muskeln nur gering, während der grösste Theil des dargereichten Quecksilbers mit dem Koth abgegangen war.[6])

Was die **Einwirkung der Quecksilberdämpfe auf die Vegetation** betrifft, so ist bei der Bearbeitung der Quecksilbererze ganz besonders die schweflige Säure mit in Anschlag zu bringen. Die Quecksilberdämpfe verbreiten sich wegen ihrer specifischen Schwere nicht auf einen grossen Umkreis und werden daher der Vegetation weniger schädlich als die schweflige Säure; treffen aber die metallischen Dämpfe direct die Vegetation, so ist ihr Einfluss ein sehr verderblicher, wie Versuche von *Priestley* und *Boussingault* ergeben haben. Die Blätter der Pflanzen bekommen unter einer Glasglocke, in welcher sich etwas Quecksilber in einer Schale befindet, bereits nach 24 Stunden schwarze Flecke und die Pflanze selbst fängt an zu welken; nach längerer Zeit werden die Blätter ganz schwarz und die Pflanze stirbt ab.

Die Wässer, welche aus der Nähe der Gruben und Hütten kommen und mehr oder weniger quecksilberhaltig sind, bedürfen einer ganz besondern sanitätspolizeilichen Ueberwachung; kein Vieh darf in der Nähe von solchen Gruben oder Hütten weiden, um nicht durch jenes Wasser vergiftet zu werden; fliesst letzteres in fischreiche Bäche, so geht alle Fischzucht zu Grunde; wird es zur Berieselung von Wiesen benutzt, so stirbt alle Vegetation ab.

In Krain sistirt der Gruben- und Hüttenverkehr im Sommer, indem die Arbeiter

sich mit der Bestellung der Aecker beschäftigen und erst im Winter wieder die Grubenarbeit aufnehmen. Ein solcher durch örtliche Verhältnisse bedingter Wechsel hat aber sein Gutes, weil im Sommer durch die grössere Verdampfung des Quecksilbers der sanitäre Nachtheil ein grösserer sein würde. Ausserdem ist zu beachten, dass sich das Kammersystem im Allgemeinen nicht empfiehlt und für die nächste Umgebung weit nachtheiliger wirkt als das Retortensystem. Der Glockenofen ist nur noch wenig verbreitet, aber weniger mit jenen Nachtheilen verbunden. Am schädlichsten ist das Rösten in Stadeln und sollte als die roheste und gefährlichste Methode ganz verboten werden.

Hüttenmännische Gewinnung des Quecksilbers. Die ältesten Quecksilber-Bergwerke sind die spanischen, welche schon 300 Jahre v. Chr. bekannt waren; nach *Plinius* sollen aber die Griechen schon 700 Jahre v. Chr. Zinnober aus Spanien geholt haben, welches in spätern Zeiten als Minium nach Rom gebracht wurde.

Die Gebrüder *Fugger*, die Rothschild's des 16. Jahrhunderts, übernahmen die Pacht der spanischen Bergwerke, gaben aber den Betrieb wieder auf, da sie den gestellten Bedingungen nicht nachkommen konnten. Die Regierung übernahm hierauf die Verwaltung, bis 1831 das *Rothschild*'sche Haus eintrat und gegenwärtig Eigenthümer der Bergwerke geworden ist.

Bei der Aufbereitung der Erze handelt es sich zunächst um die **Abscheidung** der begleitenden Bergart. Die **Handscheidung**, das **Klauben**, **Nasspochen** und **Verwaschen** zur Darstellung von Schlich oder Graupen gehört zu den vorbereitenden Arbeiten. Da sich in den Gruben auch gediegenes Quecksilber vorfindet, so sind die Grubenwässer fast stets quecksilberhaltig.

Zur Ausscheidung des Quecksilbers aus dem Zinnober hat man zwei Methoden: die Destillation und das Rösten.

1) Die **Destillation des Zinnobers** unter Zusatz von Kalk oder metallischem Eisen geschieht in irdenen oder gusseisernen **Retorten**; das Quecksilber geht in Dämpfen über und Calciumsulfid resp. Eisensulfid bleibt zurück.

Man benutzt hierzu am besten Retorten, wie sie in Gasbereitungsanstalten gebräuchlich sind. Der Rost hat drei Reihen Feuerlöcher, sogen. Füchse, welche zur Heizung dienen. Alle Retorten werden durch ein gemeinschaftliches Gewölbe, in welches alle Füchse einmünden, geschlossen, wobei jede einzelne Retorte noch mit einem Mantelgewölbe umgeben ist; von dem gemeinschaftlichen Gewölbe aus führt ein Zug zu dem Kamine.

Die Retorten sind mit schräg abwärts geneigten und in Wasser tauchenden Röhren versehen. Die Gase, welche durch das Wasser kollern, bestehen aus Kohlenoxyd, verschiedenen Kohlenwasserstoffen, schwefliger Säure und empyreumatischen Stoffen.

Die Abzugsröhren der Retorten sind an der Austrittsstelle mit zwei Ansätzen versehen, welche dazu dienen, um mittels eines Eisendrahtes diese Röhren von dem abgesetzten Quecksilberschwarz (Stupp) nach der horizontalen und verticalen Richtung reinigen zu können.

Das überdestillirte Quecksilber gelangt aus diesen Sammelröhren in eine **Vorlage**, welche gewöhnlich in einem abgeschlossenen Raume steht, um das Verschütten des Metalls zu verhüten; sie ist mit einem hölzernen Troge umgeben und nimmt beständig zufliessendes kaltes Wasser auf. Nach 10stündiger Feuerung entleert man den Rückstand der Retorte in ein mit Wasser gefülltes Thonbecken.

Das Destillat, der Inhalt der Vorlage, wird gewaschen, wobei das metallische Quecksilber, theils als homogene Masse, theils als Stupp zu Boden sinkt. Stupp besteht aus schwefelsaurem Quecksilberoxydul, amorphem Zinnober und fein vertheiltem Quecksilber. Die Quecksilberkügelchen sind nämlich mit einer dünnen Schicht von Bitumen umhüllt und deshalb am Zusammenfliessen verhindert.

Man behandelt Stupp (Quecksilberschwarz) mit verdünnter Salzsäure oder alkalischen Laugen, wodurch das Bitumen weggenommen wird und das Quecksilber zusammenfliesst.

2) Das **Rösten in Schachtöfen.** Hierbei unterscheidet man a) **Schachtöfen mit unterbrochenem Betriebe.** Die Schachtöfen sind 10 Fuss hoch, 4½ Fuss breit und haben ungefähr in der Mitte ein mit vielen Oeffnungen versehenes Gewölbe, auf welches man durch seitliche und verschliessbare Oeffnungen das Erz aufgibt.

Die Feuerung geschieht gewöhnlich durch Holz. Der Ofenschacht ist durch Canäle mit **Aludeln**, in denen die Condensation der Dämpfe stattfindet, verbunden; diese sind 18 Zoll lange, birnförmige, an beiden Seiten offene Thongefässe, deren vorderes

schmaleres Ende in das breitere untere Ende des nächstfolgenden Gefässes gesteckt und mit Thon lutirt wird. Sie liegen in mehreren Reihen auf dem nach der Mitte zu geneigten, etwa 30 Fuss langen **Aludelplan**, um schliesslich in eine Condensationskammer zu münden, in der sich die noch uncondensirten Dämpfe niederschlagen. Am tiefsten Puncte des Plans fliesst der grösste Theil des Quecksilbers in eine senkrecht aufgestellte Aludel und gelangt von hier durch eine Rinne in steinerne Behälter.

Bei diesem Verfahren geht viel Quecksilber verloren, da die einmal erwärmten Aludeln und Condensationskammern sich schlecht abkühlen; an jedem dritten Tage räumt man den Rückstand des Ofens und beschickt von Neuem. Die ganze Procedur ist sehr mühsam und für die Arbeiter höchst ungesund; der Thon zum Lutiren reisst leicht und lässt, trotzdem er mit Pferdemist vermischt ist, durch die feinen Ritze leicht Quecksilberdämpfe austreten.

Am häufigsten findet sich diese Gewinnungsweise des Quecksilbers zu Almaden in Spanien, weshalb sie auch die spanische Methode genannt wird; sie ist jedoch eine der unvortheilhaftesten und unvollkommensten Methoden.

b) **Schachtöfen mit continuirlichem Betriebe.** Hier wird das Erz in Schachtöfen continuirlich geröstet. Der Ofenschacht ist durch zwei gewölbte Bogen in 3 Abtheilungen (für Erz in Stücken, zerkleinertes Erz und Rückstände) getheilt, welche durch seitliche Oeffnungen beschickt und nachher vermauert werden.

Die Quecksilberdämpfe gelangen in Verdichtungskammern, von denen die letzte den Rauchfang bildet und im Innern mit sägeartigen Ansätzen versehen ist; die Wände sind mit Asphalt stark überzogen. Kaltes Wasser, welches durch eine thönerne Röhre zufliesst, hält die Wände nass, wodurch die schweflige Säure grösstentheils condensirt wird. Die Berieselung geschieht stets nur in der letzten Kammer; dieses Wasser ist sehr giftiger Natur, da es Quecksilbersalze, metallisches Quecksilber, Arsen, bisweilen auch Selen enthält. Die Kammern enthalten Oeffnungen zum Abfluss des Quecksilbers in Recipienten, von wo es durch Rinnen in einen Wasserbehälter gelangt.

Dieses Verfahren findet sich vorzugsweise in Idria. Das Quecksilberschwarz (Stupp) setzt sich an den Wänden der Condensationskammern fest und wird im feuchten Zustande oder auch unter Zusatz von Pottasche durch Krücken und Kneten vom metallischen Quecksilber befreit.

Das Rösten mit continuirlichem Betriebe hat schon insofern einen grössern Vortheil, als die Arbeiter nicht so häufig und direct mit den Dämpfen bei der Räumung des Ofens in Berührung kommen; vorzugsweise werden aber gröbere und reichhaltigere Erze mit 3—4% Quecksilber auf diese Weise verhüttet.

Gegenwärtig wird hauptsächlich ein runder Ofenschacht von 33 Fuss Höhe und 3—4 Fuss Breite, in welchem das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird, benutzt; er ist mit einem Aufgebetrichter versehen, während am tiefsten Puncte ein schräg liegender Rost über einer Schienenbahn liegt, auf welcher man mittels Kasten das abgeröstete Erz wegführt.

Im obern Drittheil des Ofens treten seitlich die Quecksilberdämpfe durch eine mit einem Schieber zu regulirende Oeffnung in 4 Condensationskammern, welche oben mit eisernen Kasten geschlossen sind und als Abdampfpfannen zur Gewinnung des in den Quecksilberwaschwässern enthaltenen Ammoniumsulfats dienen. Man legt gewöhnlich Eisen- und Zinkspäne hinein, um das Quecksilber zu gewinnen. Die letzte Kammer dient auch hier als Esse und wird mit Wasser berieselt.[7])

c) Das **Rösten in Flammenöfen.** Dies Verfahren dient zur Verhüttung des armen Erzkleins. Der flache Herd ist aus Ziegeln construirt und hat an seinem obern Ende eine Oeffnung zum Einlassen des Schliches.

Das Erz wird zuerst in die hinterste und allmählig in die erste Abtheilung des Ofens gebracht, um nicht plötzlich einer zu starken Hitze ausgesetzt zu werden. Die Quecksilberdämpfe gelangen durch eine Vorkammer in gusseiserne Condensationsröhren, die beständig mit kaltem Wasser berieselt werden. An diese Röhren schliessen sich die Condensationskammern an, in denen die Dämpfe mittels eines Canals aus der untern Abtheilung in die obere und von hier aus wieder rückwärts durch ein anderes System von Condensationsröhren in eine zweite Vorkammer gelangen, welche mit einem in mehrere Abtheilungen getheilten Schlot in Verbindung steht.[8])

Das Quecksilberschwarz aus den Röhren und Condensationskammern wird nach dem oben angegebenen Verfahren behandelt.

Auch Schlich und Erzklein werden in Flammenöfen zugute gemacht; in Böhmen bringt man sie auf thönernen oder gusseisernen Schüsseln (Casetten) in einen Schachtofen, den man **Glockenofen** nennt, weil er aus einer eisernen, in Wasser tauchenden

Glocke besteht, so dass die Quecksilberdämpfe niederfallen und sich in einem mit Wasser gefüllten Behälter verdichten. Man beschickt den Zinnober mit Hammerschlag oder Kalk, während die Glocke durch Steinkohlen in's Glühen gebracht wird: man bringt deren bisweilen 6 in einem Schachtofen an.

d) Das **Rösten in Stadeln,** d. h. in viereckig gemauerten Behältern, geschieht nur noch in Ungarn und Tyrol bei quecksilberhaltigen Fahlerzen, wo die Quecksilbergewinnung ein Nebenproduct ist. Das Verfahren ist für die Umgegend sehr gefährlich, da das Quecksilber dabei meist verloren geht.

Sanitäre Massregeln bei der Verhüttung des Quecksilbers.

Beim **Fördern** und bei der **Aufbereitung der Erze** in den Gruben kommt der Quecksilberdampf viel weniger vor, weil die ganze Erdmasse fast immer mit Wasser durchtränkt ist; nur die directe Berührung des Arbeiters mit dem etwa vorhandenen metallischen Quecksilber steigert die Gefahr. Die Luft in den Quecksilber-Bergwerken ist aber wegen der häufigen schlechten und matten Wetter stets höchst ungesund und verlangt die kräftigste Ventilation.

Brände in den Quecksilberbranderzgruben (Idria) können durch schlagende Wetter entstehen, welche durch ihre Entzündung den weitern Brand des Bitumens zur Folge haben; sie können aber auch durch directe Entzündung des Bitumens veranlasst werden. Das Holzwerk ist gewöhnlich nass und kann in diesem Zustande dem Brande keine Nahrung bieten.

Alle Brände dieser Art sind mit einer enormen Entwicklung von Quecksilberdämpfen und schwefliger Säure verbunden. Bekanntlich wurde 1803 zu Idria in Folge der Entzündung des Quecksilberbranderzes eine ganze, 1300 Mann starke Knappschaft derart vergiftet, dass 900 Mann zeitlebens an den Folgen dieser Vergiftung, an Muskelzittern, litten und arbeitsunfähig blieben, während 400 Mann zwar wiederhergestellt wurden, jedoch niemals wieder ihre frühere Kraft erhielten. [9])

Die Grubenwässer und alle Wässer, welche bei der Aufbereitung der Erze benutzt werden, sind quecksilberhaltig. Von der Verwendung der Grubenwässer zum Trinken kann keine Rede sein, da dies niemals geschieht: aber auch ihr Abfluss in Bäche und Flüsse ist gänzlich unstatthaft, da alle Fische dadurch getödtet werden und die ökonomische Benutzung eines solchen fliessenden Wassers unmöglich wird. Noch weniger dürfen die Grubenwässer zum Löschen des abdestillirten Erzes benutzt werden.

Das **Klauben, Pochen** und **Sortiren der Erze** ist bei einem Gehalte an metallischem Quecksilber für die Arbeiter höchst gefährlich und muss dabei die grösste Vorsicht beobachtet werden. Reinlichkeit, Bäder und Wechsel der Kleider nach vollendeter Arbeit sind sowohl in der Grube als bei der Bearbeitung der Erze absolut erforderlich.

Schon in früheren Jahren hat man in Spanien die Beobachtung gemacht, dass die freien Arbeiter bis zum herangerückten Alter gesund blieben, während die Sträflinge, welche ihre Kleidung nicht wechseln konnten und in der Grube selbst ihre Nahrung zu sich nahmen, an allen Symptomen der Mercurial-Dyskrasie litten.

Zu Neu-Almaden in Californien leiden sogar die Maulthiere, welche den Transport der Quecksilbererze von der Grube nach den Hütten besorgen, oft an Speichelfluss. Man nimmt an, dass durchschnittlich im Jahre wenigstens 20—30 Stück davon für jeden Schacht in Folge der eingeathmeten Quecksilberdämpfe zu Grunde gehen.

Um die Arbeiter vor dem Einathmen des Quecksilberdampfes zu schützen, dürfte sich das Vorbinden von Schwämmen, welche an ihrer äussern Seite mit einem Ueberzug von fein vertheiltem metallischem Zinn (Zinnschlamm) versehen sind, ganz vortrefflich eignen, indem sich dadurch Zinnamalgam bildet. Auch Respiratoren könnten auf die Weise construirt werden, damit die einzuathmende Luft vorher Zinnfolien oder auch Goldplättchen passirt.

Tabaksrauchen und Tabakskauen könnten zwar dadurch von Nutzen sein, dass

hierdurch die Speichelabsonderung vermehrt und Veranlassung zum Ausspucken der aufgenommenen Quecksilbertheilchen gegeben wird, andrerseits ist jedoch mit dem Tabaksrauchen auch ein verstärktes Inspiriren verbunden; dieses ist deshalb entschieden abzurathen. Tabakschnupfen empfiehlt sich schon deshalb nicht, weil die Hände mit dem gefährlichen Schmutze stets verunreinigt sind.

Das **Mischen der Erze mit Kalk und Eisen** muss ebenfalls mit grosser Vorsicht geschehen, weil durch den sich bildenden Staub die metallischen Theile mit fortgeführt werden.

Im Allgemeinen sind die Grubenarbeiter weniger dem Mercurialismus ausgesetzt als die Hüttenarbeiter, welche namentlich beim Rösten der Erze auf vielfältige Weise mit den Quecksilberdämpfen in Berührung kommen und sich nur bei grösster Vorsicht vor der Inhalation derselben schützen können.

Die **Destillation**, die mittels eiserner Retorten geschieht, setzt den Arbeiter beim Laden derselben und beim Ausziehen des abdestillirten Erzes am meisten in Gefahr.

Das Laden und Entladen der Retorten muss mittels eiserner Laden, welche sich auf eisernen Schienen und Rollen bewegen, geschehen, da hierdurch die Arbeit beschleunigt und daher auch der Arbeiter mehr geschützt wird. Der Verschluss der Retorten geschieht durch eiserne, mit Lehm verschmierte Deckel und Stellschrauben, grade wie bei der Darstellung des Leuchtgases im Grossen. Die während der Destillation auftretenden Dämpfe und Gase müssen durch eine gute Kühlung, d. h. durch beständigen Wasserzufluss condensirt werden; die uncondensirten Gase: Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff u. s. w., sind in die Feuerung zu leiten. In dem Falle, dass das Erz sehr bitumenreich war, müssen die betreffenden Vorsichtsmassregeln bezüglich der Explosion berücksichtigt werden.

Bei dieser Destillation werden jedenfalls am wenigsten schädliche Gase in die Atmosphäre abgeführt, indem das Quecksilber vollständig condensirt wird, der Schwefel in gebundener Form sich im Rückstand befindet und die uncondensirbaren brennbaren Gase in die Feuerung geleitet und zerstört werden. Diese Methode verdient deshalb in sanitärer Beziehung die meiste Berücksichtigung und um so mehr eine allgemeine Einführung, als sie unter geringen Modificationen sowohl bei armen als bei reichen Erzen angewendet werden kann.

Bei allen andern Methoden geht sämmtlicher Schwefel als schweflige Säure über, welche entweder mit Quecksilberdämpfen in die Atmosphäre tritt oder nur theilweise gewonnen wird.

Die Verwendung der schwefligen Säure zur Schwefelsäure-Fabrication hat sich hier nicht bewährt, weil der nie fehlende Quecksilbergehalt die Bleikammern durch Amalgamation rasch zerstört. Die condensirte schweflige Säure könnte aber zum Bleichen von Seide und Wolle benutzt werden; auch dürfte die Absorption der schwefligen Säure mittels Sodarückstände zweckmässig sein, weil hierdurch das Quecksilber als Schwefelquecksilber gebunden und unterschwefligsaures Calcium erzeugt würde.

Aus den Aufgebetrichtern ist die Entwicklung der Quecksilberdämpfe sehr unbedeutend, da kalte Luft in den Trichter hineinströmt, wodurch die schweren Quecksilberdämpfe mehr nach den Condensationsvorrichtungen hingeführt werden; dagegen tritt hier nicht selten schweflige Säure auf.

Beim Kammersystem dürfen die Kammern behufs Räumung nur dann betreten werden, wenn sie vollständig abgekühlt sind; jedenfalls ist ein vorhergehendes Besprengen der Kammern sehr nothwendig, um alle Staubbildung so viel als möglich zu verhüten. Immerhin müssen aber die Arbeiter noch die grösste persönliche Vorsicht gebrauchen und sich der oben erwähnten Schwämme bedienen; überhaupt müssen hier alle Vorsichtsmassregeln beobachtet werden, welche bei Blei und Bleiweiss erwähnt worden sind.

In Spanien sind die Verdichtungskammern, in welche die Aludeln einmünden, mit einem Fenster versehen, durch welches die Arbeiter von Zeit zu Zeit einsteigen, um das Quecksilber herauszunehmen; während des Brandes ist das Fenster geschlossen. Am mühsamsten ist das Auskehren der Verdichtungskammern; die Arbeiter gebrauchen oft mehrere Stunden, um die Mauern mit Besen von dem anhängenden Metallstaub zu reinigen. Zur Vermeidung von Mercurialintoxicationen ist hier die grösste Vorsicht nöthig.

Bezüglich der **Destillationsrückstände** ist zu bemerken, dass dieselben bei der Retortendestillation, neben der Gangart aus dem Muttergestein, aus Schwefelcalcium

oder Schwefeleisen bestehen: sie werden fast überall auf die Halden gestürzt, wo sie im erstern Falle der Oxydation unterliegen und zur Entwicklung von H_2S neben Gipsbildung Veranlassung geben. Sie können wie die Sodarückstände behandelt werden.

Im zweiten Falle veranlasst das Schwefeleisen durch Oxydation die Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul: letzteres kann mit dem Regen abgeführt werden und leicht zur Verunreinigung der Brunnen u. s. w. beitragen, weshalb eine zweckmässige Speicherung hierbei nothwendig ist.

Die bei den andern Methoden abfallenden Rückstände sind von geringerer Bedeutung und nur dann, wenn die Gangart eisenhaltig ist, kann sich durch Oxydation ebenfalls Eisenvitriol bilden.

Das aus den nassen Erzen condensirte Wasser sowie das Berieselungswasser hat man in der Weise zu verwerthen gesucht, dass man es mit Eisen oder Zink zusammenbringt, wodurch Eisen- oder Zinkvitriol gewonnen wird und das metallische Quecksilber sich ausscheidet. Arsenwasserstoff entwickelt sich aber hierbei fast immer, da dieses Wasser meist Arsen enthält: diese Procedur muss daher im Freien und mit der nöthigen Vorsicht vorgenommen werden.

Beim **Waschen des Destillats** ist zu berücksichtigen, dass die dabei abfallenden Wässer stets quecksilberhaltig sind: auch müssen sich die Arbeiter Arme und Hände mit Fett einreiben, um der Haut einen hinreichenden Schutz zu gewähren.

Die **Verpackung des Quecksilbers** geschieht in drei verschiedenen Formen, entweder in eisernen Flaschen oder in ledernen Beuteln, welche noch in schweren hölzernen Kisten besonders verpackt werden, oder endlich in Bambusröhren.

Die Verpackung in ledernen Beuteln ist die schlechteste, besonders beim überseeischen Transport*): bei Avarie können nämlich die Beutel leicht faulen, so dass das Quecksilber in den Schiffsraum ausläuft und die ganze Mannschaft vergiftet. So ist namentlich das Schicksal bekannt, welches die Mannschaft des Kriegsschiffes „Triumph" betraf, die 1810 aus einem bei Cadix gescheiterten Schiffe, welches mit Quecksilber beladen war, 130 Kisten Quecksilber rettete und dieselben an Bord brachte. Als das Metall aus den verfaulten Lederbeuteln ausfloss und in den mit faulem Wasser gefüllten Schiffsraum drang, bekamen binnen 3 Wochen 200 Mann Speichelfluss, Mundgeschwüre, Verdauungsstörungen und paretische Erscheinungen; alles Vieh an Bord, wie Schafe, Ziegen, Schweine, Geflügel u. s. w. gingen zu Grunde.

Um den Nachweis der Quecksilber-Verdampfung zu liefern, darf man nur ein Goldblättchen oder ein mit Jodkalium oder Schwefelalkali getränktes Papier über einer Quecksilberfläche aufhängen, wo sich alsdann im ersten Falle Goldamalgam mit gelber Farbe, im zweiten Quecksilberjodür mit grünlicher und im dritten Falle Quecksilbersulfid mit schwarzer Farbe bilden wird.

Quecksilber-Industrie.

Das Quecksilber wird in der Technik hauptsächlich als Lösungsmittel angewendet. Auf der Eigenschaft des Quecksilbers, Metalle ohne Veränderung aufzulösen und sie in der Hitze unverändert zurückzulassen, beruht vorzugsweise die Anwendung desselben zur Gewinnung des Goldes und Silbers durch **Amalgamation**. Eine der ausgedehntesten Anwendungen ist die zu **Zinnamalgam**, welches zum Belegen der Spiegel benutzt wird.

In den Spiegelfabriken geschieht das Amalgamiren auf einer marmornen Tischplatte, welche an allen Seiten mit Rinnen und an einer Ecke mit einem Loche versehen ist, welches zu einem, das abfliessende Quecksilber aufnehmenden Schlauch führt, der direct mit einem geschlossenen Holzgefäss in Verbindung steht, damit kein Verspritzen des Quecksilbers eintreten kann. Der Tisch, worauf die Platte liegt, kann vermöge seiner Construction aus der senkrechten Lage in eine schiefe gebracht werden.

Die Zinnfolie wird platt auf die marmorne Platte ausgebreitet, deren äussere Ränder mit Glasstreifen, die mit Wachs aufgeklebt sind, umlegt werden: hierauf wird so viel Quecksilber auf die Folie gegossen, dass sein Niveau etwas die Glasstreifen überragt. Das zu belegende Spiegelglas ist nun so auf das Quecksilber aufzulegen, dass sich weder Luft noch Unreinigkeiten dazwischen lagern können. Es wird daher das Spiegelglas mit warm gehaltenen leinenen Tüchern sorgfältig gereinigt, vor der Einschiebe-

*) Kürschner, welche später solche Beutel bearbeiten, können dadurch noch Mercurial-Affectionen erleiden.

stelle ein auf Leinwand befestigter Streifen weissen Papiers ausgebreitet, auf den Glasstreifen zu beiden Seiten befestigt und dann das Spiegelglas über diesen und das Quecksilber hinweg in der Weise geschoben, dass ein Theil des Quecksilbers, namentlich die sogenannte Oxydhaut, dadurch verdrängt wird. Ist die Procedur gelungen, so werden die Glasstreifen weggenommen, das Spiegelglas mit eisernen, unten mit Filz belegten Gewichten beschwert und 12 Stunden in horizontaler Lage gelassen; hierauf wird die Tischplatte etwas nach vorn geneigt.

Ist der Beleg hinreichend fest geworden, so wird das Spiegelglas beinah senkrecht mit einer Ecke so auf den mit Papier belegten Boden gestellt, dass es mit zusammengehäuften Abfällen von Zinnfolie in Berührung kommt; hierdurch soll der Abfluss des letzten Restes von Quecksilber bewirkt und dies von den Stanniolabfällen aufgenommen werden.

Durch das Abpressen des überschüssigen Quecksilbers kann leicht ein Verschütten und Verspritzen desselben in den Arbeitsraum veranlasst werden und muss daher mit Sorgfalt hierbei verfahren werden. Das vom Belegtische abgeflossene und wieder angesammelte Quecksilber wird nämlich in vielen Fabriken mittels Pressens durch Woll- oder Leinenzeug gereinigt, eine Manipulation, die äusserst schädlich auf die Arbeiter einwirken kann und nur als ein ganz rohes Verfahren zu bezeichnen ist, welches viel zweckmässiger durch den Gebrauch eines gläsernen und mit einem gläsernen Hahn versehenen Scheidetrichters ersetzt werden kann; dadurch kann auch das Reinigen resp. das schädliche Ausklopfen der Seih- oder Presstücher in Wegfall kommen.

Der Boden des Arbeitsraums muss mit eingefalzten Dielen versehen oder macadamisirt sein, damit sich kein Quecksilber zwischen den Ritzen ansammeln kann. Auch beim Reinigen des Bodens kann man sich der Abfälle von Zinnfolien bedienen, um das Quecksilber zu binden; selbst zur bleibenden Bedeckung des Bodens wären solche Abfälle oder Zinnasche zweckmässig. Erfahrungsgemäss sind die Arbeiter, welche das verschüttete Metall zusammenkehren, am meisten dem Mercurialismus ausgesetzt.

Pappenheim[10]) räth die Bestreuung des Bodens mit Schwefel an, welches schon früher in grösserer Ausdehnung von Prof. *G. G. Stokes* empfohlen worden ist; dieser hält es nämlich für nützlich, dass die Arbeiter nur Kleider tragen, die mit Schwefel imprägnirt sind; es würde nach seiner Ansicht genügen, diese, zumal wenn sie aus Wollstoffen bestehen, mit Schwefelblumen einzureiben oder sie in die Lösung einer höhern Schwefelverbindung eines Alkalimetalls und dann in eine gehörig verdünnte Säure zu tauchen, um den Schwefel in den Stoffen niederzuschlagen; schliesslich soll mit Wasser alles Lösliche entfernt werden. Mund und Nase sind dabei mit einem lockern, schwefelhaltigen Tuche zu bedecken.

v. Schrötter empfiehlt in solchen Räumen eine mit Jod gesättigte Jodkaliumlösung in flachen Schalen aufzustellen, während neuerdings *Claude*[11]) in der Pariser Academie der Wissenschaften berichtete, dass in der Spiegelmanufactur zu Chauny keine Quecksilbervergiftung mehr vorgekommen sei, seitdem man die Fussböden in den Werkstätten nach Beendigung der Arbeit mit Ammoniaklösung besprengt habe.

Merget empfiehlt das Ausstreuen von Chlorkalk auf den Boden der Zimmer und öftere Waschungen der Arbeiter mit chlorkalkhaltigem Wasser. Wenn hierbei die Bildung von Calomel erzielt werden soll, so muss auch der Bedeutung dieses Präparats Rechnung getragen werden, da es ebenfalls schädliche Folgen erzeugen kann.

Immerhin wird die höchste Sorgfalt auf Reinhaltung des Bodens und Vermeidung von Staub zu legen sein; der Arbeitsraum darf daher nie zu andern Zwecken, z. B. zum Verpacken u. s. w., benutzt werden, da jeder Schmutzstaub auch die Quecksilberdämpfe weiter forträgt. Der Kehricht, welcher mit Quecksilberpartikelchen vermengt ist, muss besonders aufbewahrt werden; es ist aber stets vorzuziehen, nur mittels Zinnasche oder Schwefel das Kehren zu bewirken oder vor dem Kehren den Boden mit Ammoniaklösung zu besprengen; letzteres hat noch den besondern Vortheil, dass die Feuchtigkeit das Aufwirbeln von Staub verhütet.

Eine kräftige Ventilation ist für solche Räume nicht zweckmässig, weil durch gesteigerte Luftströmung auch eine vermehrte Verdunstung des Quecksilbers herbeigeführt wird; dagegen würde die mechanische Exhaustion hier den grössten Effect erzielen; in grossen Etablissements sollte dieselbe nie ausser Acht gelassen werden. Man hat auch für eine gleichmässige und möglichst niedrige Temperatur (im Winter höchstens 17—18° C.) zu sorgen; strahlende Wärme von Oefen und grosse Leitungen von Ofenröhren vermeide man ganz besonders, um nicht die Verdunstung des Quecksilbers zu befördern resp. die Ablagerung des Quecksilberstaubes zu begünstigen; man wende nur Wandöfen an, die von aussen geheizt werden. Für den Sommer ist die Lage der Arbeitsräume nach Norden absolut erforderlich, nicht allein wegen der Temperatur, sondern auch zur Vermeidung des Reflexes, welchen die Sonnenstrahlen hervorrufen würden.

Während der Arbeit müssen die Arbeiter lange leinene Ueberwürfe, welche bis zum Halse hin dicht zugeknöpft sind, tragen, um die eignen wollenen Kleider vor dem Einnisten des Quecksilberdampfes zu schützen. Es ist daher auch zweckmässiger, dass sie keine Voll- oder Schnurbärte tragen, um dem Quecksilberdampfe keine dem Einathmen günstige Ablagerungsstelle zu bieten. Sowohl für Männer als auch für Frauen ist eine leichte, aus Papier hergestellte Kopfbedeckung zu empfehlen, um den Quecksilberdampf thunlichst von den Haaren fern zu halten, da diese zur Aufnahme des Metalls vorzugsweise geeignet sind.

Die grösste Gefahr beruht nach allen Erfahrungen grade in den mit Quecksilberdampf imprägnirten Kleidungsstücken und ist daher auch auf eine häufige Reinigung der Arbeitskleider in der Weise zu dringen, dass sie zuerst durch ein Bad von Schwefelleber und nachher durch ein schwach angesäuertes Bad gezogen werden. Auch ihre eignen Kleidungsstücke haben die Arbeiter so zu wählen, dass sie häufig dieser Behandlungsweise unterworfen werden können.

Wie im Allgemeinen, so ist auch bei der Beschäftigung mit gefährlichen Metallen wiederholt die grösste Reinlichkeit als eine Hauptbedingung zur Erhaltung der Gesundheit hervorzuheben. Spiegelarbeiter müssen deshalb häufig Schwefelbäder nehmen, um auch die geringsten Ueberreste von angesammeltem Quecksilberstaub zu beseitigen: diesen dürfen sie weder am Körper, noch in den Kleidungsstücken herumtragen, um nicht ausserhalb der Fabrik ebenso gefährdet zu sein wie in den Arbeitsräumen. Im Ganzen dürfte die erstere Art der Vergiftung ebenso sehr zu beachten sein wie die letztere.

Fabricanten, welche auf das Wohl ihrer Arbeiter bedacht sind, haben allen diesen Verhältnissen grosse Aufmerksamkeit zu widmen. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass aus den verschiedenen technischen Manipulationen, welche mit dieser Fabrication verbunden sind, weniger Gefahr als aus dem Abpressen, dem Verschütten und Verspritzen des Quecksilbers erwächst, da ein solches frei im Arbeitsraum vertheiltes Quecksilber vermöge seiner grossen Oberfläche die hauptsächlichste Quelle der Quecksilber-Atmosphäre darstellt. Wird die Destillation des Quecksilbers in solchen Fabriken vorgenommen, so sind die bei dieser Operation bereits hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln zu beobachten.

Selbstverständlich darf in den Arbeitsräumen niemals gegessen oder getrunken werden: auch ist ein Wechsel mit den Arbeitern erforderlich, während manche Individuen vermöge einer besondern Disposition zu Quecksilbervergiftungen oder mit Rücksicht auf ihre schwächliche Constitution zu solchen Arbeiten gar nicht zuzulassen sind. Dass bei Manchen eine grössere individuelle Widerstandskraft gegen Quecksilbereinwirkung vorkommt, kann durchaus nicht geleugnet werden, ebensowenig wie das Gegentheil: namentlich findet sich bisweilen bei Frauen die grösste Disposition zu solchen Erkrankungen. Aus diesem Grunde muss man es für erforderlich erachten, die Spiegelfabrication stets einer ärztlichen Ueberwachung zu unterwerfen, um die nicht hierzu geeigneten Constitutionen frühzeitig fern zu halten. Auch beim jedesmaligen Verlassen des Arbeitslocals zu den Essenszeiten ist eine gründliche Reinigung und namentlich ein sorgfältiges Ausspülen des Mundes nothwendig.

Als die wichtigsten Affectionen der Spiegelbeleger treten Digestionsstörungen und das Zittern auf. Im Allgemeinen sind jüngere Leute disponirter als ältere: sie sollten ebenso wenig wie Frauen zu dieser Arbeit zugelassen werden.

Es ist zu bedauern, dass der Silberbeleg (s. Silber) noch so wenig Eingang gefunden hat, obgleich er bei grössern Spiegeln billiger als der Quecksilberbeleg hergestellt werden kann.

Exhalation von Quecksilberdampf kann noch vorkommen bei der **Telegraphie**, wo die Verbindungsdrähte grösstentheils in mit Quecksilber gefüllte Näpfchen eingetaucht sind. Durch Verschütten des Quecksilbers in den Arbeitsraum oder durch Verdunsten aus den Näpfchen, welche sich bisweilen erwärmen, können schädliche Quecksilberdämpfe entstehen.

Die bei galvanischen Batterien verquickten Zinkelemente, die Reibzeuge der Elektrisirmaschinen, das Conserviren der Insecten mittels metallischen Quecksilbers u. s. w. sind ebenfalls in Bezug auf sensible Individuen beachtungswerth.

Wichtig ist noch das Auskochen der **Barometerröhren**: wenn dieselben hierbei springen und ihren Inhalt in das Kohlenfeuer ergiessen, kann leicht eine Quecksilbervergiftung vorkommen, die bei Barometermachern nicht selten als Tremor mercurialis auftritt.

Zur Bestimmung des Schwerpunctes der Hohlgeschosse wird ein **Quecksilberbad** benutzt: auch hierbei kann durch die Verdunstung und die verschiedenen Manipulationen eine nachtheilige Quecksilber-Einwirkung vorkommen. Ebenso sehr sind die Quecksilberwannen in chemischen Laboratorien zu beachten.

In neuerer Zeit wendet man **leicht flüssige Legirungen** von Zinn, Blei, Wismuth und Quecksilber zur Fabrication der sogenannten Spiegelkugeln an. Es wird die

geschmolzene Legirung in die betreffenden Glaskugeln gegossen und alsdann so stark erhitzt, dass das Quecksilber zur Verdampfung gelangt. Eine gefährliche Einwirkung kann hierbei nicht stattfinden, weil die Menge des Quecksilbers gering ist und ausserdem in der Kugel bleibt, um sich beim Erkalten derselben auf der Metalloberfläche wieder niederzuschlagen.

Eine **Zahnplombe**, welche aus Zinnkadmiumamalgam besteht, ist ungefährlich, weil diese Verbindung das Quecksilber sehr fest gebunden hält; auch ist in dieser Composition die Menge des darin enthaltenen Quecksilbers gering.

Quecksilber-Verbindungen.

Quecksilberoxyd HgO, **Mercurius praecipitatus ruber**, ist wegen seiner Darstellung im Grossen zu erwähnen; benutzt man nämlich eine chlorhaltige Salpetersäure zur Darstellung des Quecksilbernitrats, so bilden sich später beim Erhitzen dieser Verbindung mit metallischem Quecksilber leicht Sublimatdämpfe.

Ein Kaninchen, welches diesen Dämpfen ausgesetzt wurde, erlag denselben binnen 2 Stunden. Die Section bot ein ausgebildetes Lungenödem dar, indem die Luftwege mit einem weissen Schaum vollständig angefüllt waren (s. Sublimat). Man hat daher alle Ursache, bei technischen Vorgängen dieser Art Vorsicht anzuwenden.

Quecksilberchlorür Hg_2Cl_2, **Calomel, Hydragyrum mercuticum mite**, wird im Grossen durch Sublimation dargestellt; derselben geht das Verreiben von Sublimat und Quecksilber voraus, das nur in geschlossenen, rotirenden Trommeln ausgeführt werden darf.

Das Erwärmen des Gemenges in einem langhalsigen Glaskolben im Sandbade muss wenigstens unter einem gut ziehenden Rauchfange geschehen, da sich hierbei stets Dämpfe von Quecksilber und Sublimat entwickeln. Bisweilen nimmt man überhitzte Wasserdämpfe zu Hülfe; dann mündet der Schnabel einer Retorte von Steingut in einen aus Brettern construirten Abkühlungsraum und ist hierbei doppelte Vorsicht wegen der zu condensirenden Quecksilberdämpfe nothwendig. Das Pulverisiren des sublimirten Calomels geschieht unter Alkohol, um den beigemengten Sublimat zu entfernen.

Bei der Darstellung auf nassem Wege wird ein lösliches Mercurosalz mit einem löslichen Chlormetall präcipitirt Es bildet sich hierbei stets Sublimat und es dürfen daher die Abfallwässer nicht frei abgelassen werden.

Quecksilberchlorid $HgCl_2$, **Sublimat, Hydrargyrum bichloratum corrosivum**, krystallisirt in rhombischen Prismen, die bei 270° schmelzen, sich in 3 Th. kochenden Wassers und $2^1/_2$ Th. kalten Alkohols lösen.

Einwirkung der Sublimatdämpfe auf den thierischen Organismus. Die Dämpfe, welche durch Erhitzen von 0,09 Sublimat entstanden, wurden in den Glaskasten geleitet, in dem ein mittelgrosses Kaninchen sass. Die Krankheits-Symptome bestanden nur in Augenblinzeln, wässrigem Ausfluss aus der Nase, häufigem Husten, Speicheln und Zurückziehen des Kopfes in den Nacken. Eine halbe Stunde nach dem Beginne des Versuchs stürzt eine Menge Schaum aus der Nase, blutiger Urin geht ab und die Respiration verlangsamt sich. Etwas Auffälliges zeigt sich nicht mehr, aber 1 Stunde nach dem Versuche stirbt das Thier.

Section 12 Stunden nachher. Hirnhäute und Plex. ven. spin. blutreich, ebenso die weichen, schwärzlich-braun marmorirten Lungen, die viel weissen Schaum enthalten, der auch die Bronchien und die Luftröhre erfüllt, deren Schleimhaut mit einer dünnen Blutschicht bedeckt ist. In allen Herzhöhlen schwarzes, dickflüssiges Blut; in der Brusthöhle 10 Grm. blutiger Flüssigkeit.

Aus diesem Versuche geht die gefährliche Wirkung der Sublimatdämpfe auf die Lunge hinreichend hervor, man sollte sie daher nie gering achten, wie es in der Industrie nicht selten geschieht; ausserdem spricht der blutige Urin für die Dissolution des Blutes, welche Wirkung des Quecksilbers ist.

Dargestellt wird Sublimat auf trocknem Wege durch **Sublimation** eines Gemisches von Mercurisulfat mit Kochsalz in birnförmigen Gefässen, die in einem Sandbade stehen und mit losen Kreidestöpseln verschlossen werden.

Es gibt keine chemische Operation, die so nachtheilig auf die Gesundheit der Arbeiter einzuwirken vermag wie diese Sublimation, wenn man nicht für gründliche Beseitigung der sich entwickelnden Sublimatdämpfe Sorge trägt. Haben sich die Dämpfe im Fabriklocale condensirt, so geben sie noch nachträglich zu sanitären Nachtheilen Anlass: so wurde z. B. ein solches Local, in welchem ein Galeerenofen mit 32 Sublimirkolben stand, nach einem Stillstand der Fabrication von 14 Tagen ausgekehrt; zwei Tage nachher wurde der Arbeiter, der dies Geschäft besorgt hatte, von starkem Speichelfluss befallen.

Ohne einen kräftigen Rauchfang, unter dem der ganze Apparat steht, sollte man diese Fabrication nicht erlauben. Noch mehr empfiehlt es sich, das ganze Sandbad durch einen pyramidal zulaufenden und in ein Rohr endigenden Kasten von Holz einzuschliessen und das Rohr in eine Condensations-Vorrichtung münden zu lassen.

Die Darstellung auf nassem Wege durch Auflösen des Quecksilbers in Königswasser wird im Grossen nicht ausgeführt.

Quecksilbersulfid HgS wird entweder direct aus den Erzen oder auf künstlichem Wege dargestellt; es ist nur in Königswasser löslich und verbrennt an der Luft zu schwefliger Säure und metallischem Quecksilber.

1) Die **Darstellung des Zinnobers aus den Erzen** geschieht nur am Fundorte der letztern. Auf das **Schlämmen**, welches immer quecksilberhaltiges Wasser liefert, da das Erz fast nie frei von metallischem Quecksilber ist, folgt die **Digestion mit verdünnter Salpetersäure** behufs Entfernung des Ockers und Thons. Das Erz wird nun zerkleinert und wiederum dem Schlämmprocesse unterworfen, um den Zinnober auszuspülen. Die bessere Sorte heisst **Carminzinnober**; die letzte Schlämmung liefert den schlechtesten Zinnober, die **Zinnoberasche**. Alle Schlämmwässer sind quecksilberhaltig und hiernach zu behandeln.

Nach einer andern Methode wird das Erz gepocht, mit alaunhaltigem Wasser gewaschen, pulverisirt und mit Pech zusammengeschmolzen; die erhaltene Masse wird in lauwarmem Wasser geknetet, um den Zinnober zu gewinnen.

2) **Künstliche Darstellung des Zinnobers auf trocknem Wege.** Sie besteht a) in der **Zusammenschmelzung von Schwefel und Quecksilber** in gusseisernen Gefässen unter beständigem Umrühren bis zur Entzündung des Schwefels. Es entwickelt sich daher sehr viel schweflige Säure, welche um so mehr nachtheilig einwirken kann, als die Procedur in geschlossenen Gefässen nicht ausführbar ist: die Gefässe müssen unbedingt unter einem sehr kräftigen Rauchfange stehen, der mit einer vor der Esse gelegenen Gestübbekammer zu versehen ist.

Das **Zerreiben** der schwarzen Masse von Schwefelquecksilber erfordert eine ebenso grosse Vorsicht, da dieses noch metallisches Quecksilber enthält: der Staub kann bei den Arbeitern Salivation und Zittern erzeugen. Man sollte daher die Masse erkalten lassen und unter Wasser in geschlossenen Gefässen zerkleinern.

b) Die **Sublimation des Schwefelquecksilbers** in Glaskolben bezweckt die Ueberführung des amorphen Schwefelquecksilbers in krystallinisches. Zuerst entwickelt sich Schwefelwasserstoff, was die Arbeiter Rauchen (Fumer) nennen; dann treten noch Schwefeldämpfe auf, welche sich entzünden. Es können aber auch durch Verbrennen geringer Mengen von Zinnober Quecksilberdämpfe entstehen; war der Schwefel arsenhaltig, so ist auch arsenige Säure nicht ausgeschlossen.

Der sublimirte Zinnober wird auf Mühlen auf nassem Wege pulverisirt und geschlämmt; die Schlämmwässer enthalten noch immer etwas Quecksilber. Die Sublimirgefässe werden zertrümmert, um den Zinnober durch Abkratzen zu entfernen, die Glasscherben in gusseisernen Röhren erhitzt, um den Rest von Zinnober resp. Quecksilber zu verflüchtigen. Die Dämpfe gelangen in ein irdenes Gefäss, das einem umgestürzten Trichter (Haube) mit umgebogenem Rande gleicht und oben in ein Rohr ausmündet, das mit einer gut ziehenden Esse in Verbindung steht, um die schweflige Säure und etwaige Quecksilberdämpfe abzuleiten, während sich die Wände der kühl gehaltenen Haube mit Zinnober beschlagen. Metallisches Quecksilber kann sich an dem umgebogenen Rande ansammeln.[12])

3) **Künstliche Darstellung des Zinnobers auf nassem Wege.** Sie besteht a) in einer **innigen Mischung von metallischem Quecksilber und Schwefelblumen** in einem Trommelapparate, wobei man eine zu starke Erhitzung vermeiden muss, weil sonst leicht Explosionen entstehen.

b) Das erhaltene **Schwefelquecksilber** wird mit **Pottasche** zu einem Brei angerührt und im Sandbade zum Sieden gebracht; es entwickelt sich hierbei sehr viel Schwefelwasserstoff, der unschädlich gemacht werden muss, weil sonst die Arbeiter gefährdet sind. Die gelbe, klare Flüssigkeit besteht aus Schwefelquecksilber-Schwefelkalium. Man sollte sie mit einer Säure versetzen, um das Schwefelquecksilber zu gewinnen; nur ist hierbei auf die starke Entwicklung von Schwefelwasserstoff gebührende Rücksicht zu nehmen.

Der mit Wasser gewaschene Zinnober wird noch mit verdünnter Salpetersäure mittels eines Rührwerks gewaschen, um die Schwefelverbindungen zu zerstören; da sich hierbei ebenfalls noch Schwefelwasserstoff entwickelt, so muss dieser Act in einem geschlossenen Gefässe mit Ableitungsrohr vor sich gehen. Das säurehaltige Waschwasser wird meist noch salpetersaures Quecksilberoxydul enthalten. Bei grossen Etablissements könnte man dasselbe über Zinkspäne rieseln lassen, ehe es zum Abfluss gelangt. Unter Abscheidung von metallischem Quecksilber würde sich Zinknitrat bilden, das zur Fabrication von Zinkchromat, der gelben Malerfarbe, benutzt werden kann.

Anwendung des Zinnobers. Der Benutzung desselben als Malerfarbe steht in sanitärer Beziehung nichts entgegen; den Zinnober aber zum Färben von eingemachten Früchten, Conserven, Oblaten u. s. w. zu benutzen, hat insofern grosse Bedenken, als er häufig mit Mennige und Chromzinnober verfälscht wird. Den Zusatz der Mennige erkennt man leicht durch das Braunwerden des Zinnobers, wenn man ihn mit Salpetersäure behandelt, wodurch sich Bleisuperoxyd bildet. Das Chrom weist man nach, indem man verdünnte Salzsäure aufgibt, wobei man eine gelbe Lösung erhält, welche durch Zusatz von Weingeist und Kochen lebhaft smaragdgrün wird.

Reiner Zinnober ist in Natriumsulfhydrat und überhaupt in Schwefelalkalien vollkommen löslich; er wird hierbei missfarbig, wenn ihm Mennige oder chromsaures Bleioxyd beigemischt ist.

Siegellack, Wachslichter, Cigarettenpapier u. s. w. mit Zinnober zu färben, ist gänzlich unzulässig, weil sich beim Verbrennen sicher Dämpfe von metallischem Quecksilber und schwefliger Säure entwickeln. Man kann den Beweis für diese Thatsache leicht führen, wenn man die Verbrennungsproducte durch einen Trichter, welcher Baumwolle enthält, aufsaugen lässt. Dieser Umstand ist wegen des täglichen und vielfachen Gebrauchs von mit Zinnober versetztem Siegellack in verschiedenen Bureaus von der grössten Bedeutung und es unterliegt keinem Zweifel, dass die Luft in denselben durch die schädlichen Verbrennungsproducte verdorben und die Gesundheit mancher Beamten, wenn auch nur allmählig, dadurch gefährdet werden kann.

Der gewöhnliche rothe Siegellack enthält ausser Schellack, Terpentin, Kreide, Gips und Zinnober häufig noch Zink- und Barytweiss; solche Zusätze sollen nicht bloss die Masse erschweren, sondern auch das schnelle Abtropfen des Siegellacks vermindern, sind aber in sanitärer Beziehung nicht unbedenklich.

In Persien ist nach *Polak* die Inhalation von Zinnoberdämpfen in der Weise eingeführt, dass dem angefeuchteten Narghilé-Tabak ein mit Catechu, China, Mucilago Gm. arab. u. s. w. vermengter Trochiscus von Zinnober zugesetzt und diese Pfeife 1—2mal geraucht wird; der Dampf wird eingeathmet und nach einigem Verbleiben durch Mund und Nase ausgestossen; nach 8—10maligem Einathmen tritt eine mässige Stomatitis ein, worauf ausgesetzt wird; während der Cur wird der Mund häufig ausgewaschen.

Auch allgemeine Räucherungen bei entkleidetem Körper, verbundenen Augen und einer um den Hals befestigten Decke werden eine gewisse Zeit lang 2mal täglich vorgenommen, wobei, unter Mitgebrauch von Holztränken und Dampfbädern, keine tiefern Einwirkungen auf den Organismus eintreten sollen.

In Persien will man nach der Inhalation der Zinnoberdämpfe bloss Stomatitis beobachtet haben; ob hier die gleichzeitig auftretende schweflige Säure die Wirkung der metallischen Quecksilberdämpfe beeinflusst, mag dahingestellt bleiben; Thatsache ist es, dass diese therapeutische Benutzung der Dämpfe dort seit langer Zeit eingeführt ist und wahrscheinlich deshalb bloss eine Mundaffection hervorruft, weil die Dämpfe thunlichst wieder ausgestossen werden.

Versuche an Kaninchen mit den Zinnoberdämpfen fielen negativ aus, weil letztere rasch zu Boden fallen und dadurch die Einwirkung verloren geht.

Quecksilbersulfat, Mercurisulfat $HgSO_4$ wird durch Erhitzen von Quecksilber mit überschüssiger, concentrirter Schwefelsäure als ein weisses Pulver erhalten, welches durch Wasser in ein gelbes, basisches Salz, Turpetum minerale $HgSO_4 + 2HgO$, zerfällt. Es findet bisweilen noch bei der Vergoldung oder Versilberung, beim sogen. Platiren, Verwendung.

Quecksilberoxydulnitrat, Mercuronitrat $Hg_2(NO_3)_2 + 2H_2O$ kommt frei in der Natur in Johann-Georgenstadt vor. Künstlich wird das Salz durch Auflösen von überschüssigem Quecksilber in Salpetersäure dargestellt. Es bildet farblose Krystalle, die in Wasser nicht vollständig löslich sind: in einer Lösung von salpetersäurehaltigem Wasser oxydirt es sich allmählig zu Mercurinitrat. Zur Verhütung der Oxydation setzt man zur Lösung Quecksilber.

Die Lösung findet **Verwendung** zum Färben des Horns, zum Aetzen der Metalle, zum Zerstören von Indigo resp. zum Gelbfärben feiner Wollwaaren, ganz besonders in der Hutfabrication zum Beizen der Hasenhaare.

Quecksilberoxydnitrat, Mercurinitrat $Hg(NO_3)_2$ ist in Auflösung als Liquor Bellostii bekannt, der in der Medicin zum Aetzen benutzt wird. Nach einer Beobachtung von *Vidal*[13]) wurde dieser Liquor aus Versehen bei einer schwächlichen 26jährigen Frau statt eines verordneten Liniments eingerieben. Ein braunrother Schorf mit schmerzhafter Schwellung der Umgebung, ein choleraartiger Zustand mit geschwollener Mundschleimhaut und blutendem Zahnfleisch waren die Folgen, die am 9. Tage den Tod herbeiführten. Bei der Section fanden sich auf der Schleimhaut des ganzen Tractus intest. Ekchymosen und in der Leber konnte durch die chemische Untersuchung ziemlich viel Quecksilber nachgewiesen werden.

Quecksilbersulfocyanid, Rhodanquecksilber $Hg(CNS)_2$ wird durch Fällen eines löslichen Quecksilbersalzes mit Schwefelcyankalium dargestellt. Ein schwach gelbliches Pulver, welches, an der Luft angezündet, eine leichte, schaumige Masse liefert, welche das 600fache Volumen der ursprünglichen Substanz liefert und aus Schwefelquecksilber und Cyanverbindungen besteht. Die Verbrennungsproducte bestehen aus Quecksilberdämpfen und schwefliger Säure.

Einwirkung von Rhodanquecksilber auf den thierischen Organismus. Einer Taube wurden 0,5 Grm. chemisch reinen Rhodanquecksilbers beigebracht. Auffallende Krankheitserscheinungen zeigen sich nicht: 10 Stunden hernach bläht sie sich nur auf und vermeidet das Futter: nach 40 Stunden wird sie todt gefunden, ohne dass Krämpfe vorhergingen.

Section nach 20 Stunden. Gehirn blass, nur am Hinterhaupt eine starke Blutanhäufung; Plex. venos. spin. von gewöhnlichem Blutgehalte: Kropf ganz leer, die Schleimhaut der Luftröhre blass. Lungen von frischer Röthe, welche an der Luft noch etwas heller wird: auf den Durchschnittsflächen etwas dickflüssiges Blut und mehrere geronnene Blutklümpchen. Das ganze Herz ist mit schwarzem, geronnenem Blute angefüllt, bloss im rechten Vorhof und in der Ven. cav. inf. etwas dickflüssiges Blut, welches an der Luft stellenweise sehr hellroth wird. Leber weich, von braunrother Farbe, ziemlich reich an geronnenem und dickflüssigem Blute: Nieren blass und muskatnussartig gefärbt. Alle Därme sind mit stark injicirten Gefässen durchzogen; sie enthalten einen gelben und gelbgrünlichen Schleim.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass Queksilbersulfocyanid im Thierorganismus in Schwefel- und Cyanquecksilber zerfällt, wodurch seine giftige Wirkung erklärlich wird.

Anwendung findet Rhodanquecksilber zu Spielereien, indem man beim Abbrennen der entstehenden Masse allerlei Figuren bildet: hierher gehören die Pharaoschlangen, die Hinterlader u. s. w. Diese Spielereien verdienen nicht bloss wegen der sich entwickelnden schädlichen Dämpfe eine sanitäre Beachtung, sondern auch wegen des giftigen Präparats eine polizeiliche Ueberwachung: ihr Verkauf sollte gar nicht gestattet werden.[14])

Eisen, Fe.

Das Eisen kommt gediegen fast nur in den Meteorolithen nebst kleinen Beimengungen von Nickel, Chrom und Kobalt vor. Wegen seiner leichten Oxydirbarkeit findet es sich in mannigfaltigen Verbindungen: mit Sauerstoff als Eisenoxyd Fe_2O_3 im Eisenglanz, Rotheisen, als Hydrat und Oxyd $Fe_2(OH)_6 + Fe_2O_3$ im Brauneisenstein, als Eisenoxydoxydul $FeO \cdot Fe_2O_3$ im Magneteisen, mit Kohlensäure $FeCO_3$ im Spatheisenstein und in einer kugelig-traubigen Varietät im Sphärosiderit, mit Phosphorsäure im Raseneisenstein, mit Schwefel als Bisulfid im Schwefelkies, mit Arsen im Arsenkies und mit Kupfer und Schwefel im Buntkupfererz.

Nie fehlt Eisen in der Ackererde sowie im Thier- und Pflanzenreich; wie der Kalk für das feste Gerüst der meisten Thiere und Pflanzen nothwendig ist, so erfordern die circulirenden Flüssigkeiten der beiden Reiche Eisen. Die Eisenarmuth der Pflanzen charakterisirt sich in ähnlicher Weise wie die Chlorosis oder Anämie der Menschen.

Hüttenmännische Gewinnung des Eisens. In einigen Bergwerken, namentlich in den saarbrückischen und englischen, findet sich das Eisen als Zwischenlager zwischen dem Kohlenthonschiefer und der Kohle als sogen. Blackband; selbstredend treten hier bei der Förderung alle die schädlichen und gefährlichen Gase auf, welche im Allgemeinen bei der Steinkohlenförderung vorhanden sind. Zu denselben gehören: Sumpfgas, Aethylen (ölbildendes Gas), Acetylen, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Spuren von Schwefelwassersoff und flüchtige Kohlenwasserstoffe; sie stellen Gemische dar, welche theils zusammen, theils isolirt vorkommen. Hauptsächlich dürfte unter Umständen Acetylen, welches vielfach als Sumpfgas angesehen worden ist, vertreten sein; seine Einwirkung auf das kupferhaltige Drahtgeflecht der Davy'schen Lampe mag zur Entstehung von Explosionen schon Anlass gegeben haben. Explosive Gasgemische detonir n durch Schlag oder Stoss, entzünden in ihrem Gefolge die brennbaren Gase und rufen auf diese Weise Explosionen hervor; ein Stückchen Kohle, welches gegen das Netz der Lampe anprallt, kann auf diese Weise schon Explosionen veranlassen. Sonst kommen nur die sogenannten schlechten, Kohlensäure enthaltenden Wetter bei Rotheisenstein und Brauneisenstein vor; nach Umständen ist daher eine kräftige Ventilation erforderlich.

Von den am meisten zu verhüttenden Erzen sind zu erwähnen: die verschiedenen natürlichen Eisenoxyde, Eisenoxyduloxyde und kohlensaures Eisenoxydul, welches mit vielem Thon gemengt den Thoneisenstein bildet.

Beim Thoneisenstein wird es zuweilen nothwendig, durch einen Poch- oder Schlämmprocess die anhaftenden, specifisch leichtern Thontheilchen von dem schwerern Erze zu sondern. Da er nie frei von Schwefeleisen ist, so enthalten die Schlämmwässer den durch Oxydation entstandenen **Eisenvitriol** und wirken dadurch verderblich auf Fische ein, wenn sie direct in Bäche oder Teiche abfliessen. Ebenso wenig ist das Berieseln der Wiesen mit diesem Schlämmwasser gestattet; ganz besonders dürfen auch Wasserläufe, welche zu industriellen Zwecken, zur Papierfabrication, zu Färbereien, Gerbereien, Bleichereien u. s. w. benutzt werden, mit einem solchen Schlämmwasser nicht in Berührung kommen.

In den meisten Fällen genügt die Anlage von Schlammabsatzteichen; in denselben wird durch die grosse Oberfläche, welche man dem Sauerstoff darbietet, das aufgelöste Ferrosulfat in Ferrisulfat verwandelt; dieses Salz bleibt durch seine äusserst feine Zertheilung lange im Wasser suspendirt; stürmische Witterung, Regen u. s. w. verhindert das Niederfallen dieses Körpers fast gänzlich. Es sind deshalb immer mehrere derartige Teiche in Anwendung zu bringen, um desto sicherer das Wasser von seinem Gehalt an Eisen und Schwefelsäure gänzlich zu befreien, damit es wieder zum Speisen der Dampfkessel, zu neuen Schlämmprocessen und andern technischen Zwecken benutzt werden kann.

Der Schlamm dieser Setzteiche ist nicht selten arsenhaltig; immer enthält er Schwefelsäure in gebundenem Zustande. Er wird geschlämmt als Ocker benutzt: gebrannt liefert er eine der gebrannten Terra sienna ähnliche Farbe; zur Verhüttung eignet er sich nicht, weil er zu viele Schlacken erzeugt.

A. Darstellung des Gusseisens.

Beim eigentlichen **Verhüttungs-** resp. **Reductionsprocesse** kommen drei verschiedene Stadien in Betracht: 1) das **Erhitzen** resp. Austreiben des Wassers und der Kohlensäure, 2) die **Reduction**, 3) die **Kohlenzufuhr** resp. die Aufnahme des Kohlenstoffs zur Verflüssigung des Metalls.

Hohofenprocess (Eisenreductionsprocess). In seiner ursprünglichen Form schliesst er alle drei verschiedenen Vorgänge in sich, d. h. die neu aufgegebenen Erze werden

zuerst durch die abströmende Wärme so weit erhitzt, dass sie das Wasser sowohl als auch die Kohlensäure grösstentheils abgeben. Beim weitern Niedergehen der Schicht kommen die Erze bis zur Schicht der lebhaften Rothgluth, wo sie mit Kohlenoxyd und freiem Kohlenstoff zusammentretend reducirt werden.

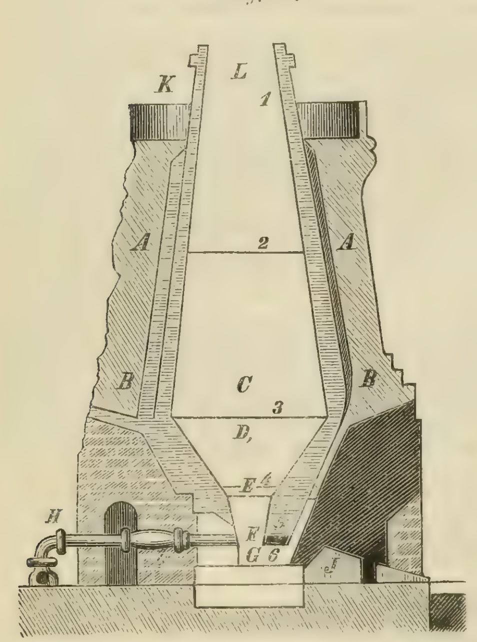
In dieser Schicht muss für ein Verglasen resp. Verschlacken der Gang- oder Bergart Sorge getragen werden, d. h. hat das Erz grosse Mengen von Thon und wenig Kieselsäure, so muss man noch Kalk und Kieselerde zusetzen, damit ein Verglasen stattfinden kann; ist der Thon kieselerdehaltig, so wird bloss Kalk zugesetzt. Diese Zusätze nennt man Zuschläge, welche insofern von grosser Bedeutung sind, als sie einestheils das glühende Eisen vor der Gebläseluft, d. h. vor Oxydation schützen und andererseits die Schmelzbarkeit der Gangart befördern, da diese, meist aus Sand oder Thon bestehend, nur als eine die Erze verunreinigende, unschmelzbare Masse auftritt.

Dieser Process der Schlackenbildung ist daher bei der Eisen-Ausbeute von grosser Wichtigkeit und erfordert für jede Ofencampagne ein genaues Studium. Ist die Schlacke zu strengflüssig, so bleiben grosse Massen von metallischem Eisen darin eingeschlossen: ist sie zu leichtflüssig, so gelangt zuweilen Berg- oder Gangart in das Gestell des Ofens und veranlasst die sogen. Saubildung, d. h. ein Festwerden von schlecht gekohltem Eisen im Gestell.

Nachdem das metallische Eisen sich von der Schlacke getrennt hat, gelangt es in den heissesten Theil des Ofens, wo es mit Kohlenstoff in Berührung letztern aufnimmt und sich als Kohlenstoff-Roheisen oder Gusseisen im sogenannten Tümpel ansammelt. Im Tümpel muss noch so viel Schlacke vorhanden sein, dass das Eisen bedeckt ist, da dieses sonst durch die Zufuhr der Gebläseluft verbrennen würde.

Zur Erläuterung dient Fig. 55: der Hohofen von kegelförmiger Gestalt wird von einem starken Gemäuer, Raufmauer *A B* umgeben; sein innerer Theil heisst Kernschacht, die Abtheilung desselben von *L* nach *C* heisst Schacht und von *D* nach *E* Rost. Der schmalere Raum bei *F* heisst Gestell mit dem Eisenkasten *G*, in welchen das geschmolzene Roheisen fliesst; im Gestell liegen die 2 Oeffnungen einander gegenüber, welche zur Aufnahme der Düsen des Gebläses *H* dienen; man bedient sich gewöhnlich des Cylindergebläses. Das Gestell führt auf den Vorherd, welcher durch den Wallstein *J* begrenzt ist; *K* ist die Gichtbrücke und *L* die Gicht. Am Wallstein findet sich eine Spalte, die Abstichöffnung, durch welche das geschmolzene Eisen mit der Schlacke abgelassen wird; während des Schmelzprocesses ist sie mit Thon verstopft.

Fig. 55.



Die verschiedenen chemischen Processe im Hohofen pflegt man in 5 verschiedene Zonen einzutheilen: 1) in die Vorwärmzone (Fig. 55 *1—2*) bei 400°, 2) in die Reductionszone von *2—3* bei 1000—1260°, 3) die Kohlungszone von *3—4* bei 1600—1700°, 4) die Schmelzzone von *4—5* bei 1800—2000°, 5) die Verbrennungszone von *5—6* bei 2000—2600° C.

In der Kohlungszone nimmt das Eisen die Kohle auf und es entsteht stahlartiges Eisen, welches aber erst in der Schmelzungszone durch Sättigung mit Kohle in Gusseisen übergeht. Die Verbrennungszone heisst auch Oxydationszone, weil hier die Gebläseluft mit den weissglühenden Kohlen Kohlensäure bildet, welche jedoch auf ihrem Wege durch die höher liegenden Kohlenschichten wiederum zu Kohlenoxyd reducirt wird.

Beim Hohofenprocess treten folgende **Gase** auf: 1) Wasser und Kohlensäure,

welche meist von den Zuschlägen herrühren; 2) erst in der Reductionsschicht entsteht Kohlensäure durch die Einwirkung des Kohlenoxyds auf die Oxyde des Eisens, Wasser als Product des wasserstoffhaltigen Brennmaterials, Ammoniak als Wasserstoffverbindung des Stickstoffs, welcher im glühenden Zustande mit wasserstoffhaltigem Brennmaterial zusammentrifft; 3) in der stärksten Weissgluth, wo kein Reductionsprocess mehr stattfindet, veranlasst der Stickstoffgehalt des Gebläses in sehr hoher Temperatur auch die Bildung von Cyan, welches, in die Reductionsschicht gelangend, insofern wieder kräftig reducirend wirkt, als der Kohlenstoff desselben unter Entweichung von Stickstoff Sauerstoff aufnimmt; ausserdem entsteht Cyanwasserstoffsäure, die sich mit den vorhandenen Alkalien und Erden zu Cyanmetallen vereinigt, welche wiederum an einer andern Stelle der Zersetzung anheimfallen.

Selbstverständlich werden jedoch alle diese reducirenden Gase, wie Kohlenoxyd und Cyan, nicht gänzlich verbraucht und kommen deshalb in den abströmenden Gasen des Hohofens, in den sogen. **Gichtgasen** vor. Die Benutzung derselben als Heizmaterial stützt sich auf den hohen Gehalt an Kohlenoxyd.

Ausser Ammoniak fehlt selten schweflige Säure, welche vom Brennmaterial und vom Schwefelkiese der Erze herrührt.

Neuerdings hat man in Oberschlesien die Beobachtung gemacht, dass die Gichtgase auch Bleidämpfe enthalten können, wenn die zu verhüttenden Erze bleihaltig sind; Bleivergiftungen sind schon als Folgen der Einwirkung dieser Dämpfe aufgetreten. In solchen Fällen haben die Arbeiter doppelte Vorsicht nothwendig, um sich nicht den Gasen und Dämpfen auszusetzen.[1])

Für das **Auffangen der Gase** hat man verschiedene Einrichtungen getroffen; vielfach hat man am untern Gestell eine ringförmige, mit einem Abzugskamin versehene Umwölbung angebracht. Nach dem patentirten Verfahren von *Emil Langen* werden die Gichtgase an der Gicht aufgefangen, indem ein gusseiserner Deckel den Sammelraum abschliesst, aus welchem ein Rohr die Gase nach dem Orte ihrer Verwendung, sei es zum Schmelzen und Frischen des Eisens, sei es zum Erwärmen der Gebläseluft u. s. w., ableitet. Der Deckel ruht auf einer Art von Schlot, in welchem eine beliebige Anzahl von Oeffnungen zum Einschütten der Beschickung angebracht ist; auch befindet sich an dem Gasableitungsrohr ein Sicherheitsventil, welches ausserdem zur Ableitung der Gase dient, wenn sie augenblicklich keine Verwerthung finden.[2])

Unglücksfälle, welche sich beim Hohofenprocess ereignen, entstehen am häufigsten durch das Entweichen des Kohlenoxyds in Folge von Rissen des Ofens oder Undichtwerden der Ableitungsröhren für die Gichtgase.

Bisweilen nimmt man den Röst- und Reductionsprocess auf der Grube, d. h. bei der Förderung der Eisenerze vor, um namentlich die Kosten des Transports zu sparen. *Gurlt* reducirt die Erze in der Weise, dass er beim Glühen derselben die Verbrennungsproducte von Braunkohle oder grünem Holze darüber leitet. Es wird dadurch nicht allein das Erz reducirt, sondern auch mit feinvertheiltem Kohlenstoff imprägnirt; es entwickelt sich hierbei viel Kohlensäure. Der ganze Process darf nur in unbewohnten Gegenden stattfinden.

Nach dem Gehalte des Eisens an Kohle unterscheidet man Roh- oder Gusseisen, Stab- oder Schmiedeeisen und Stahl. Der Kohlengehalt des Gusseisens schwankt zwischen 2,5—5,9 % und bedingt hauptsächlich die Fähigkeit desselben, sich in geschmolzenem Zustande in Formen giessen zu lassen; es dient daher vorzugsweise zur Darstellung der Eisengusswaaren.

Man unterscheidet weisses Gusseisen, welches durch rasches Abkühlen Kohlenstoff chemisch gebunden enthält; ist es reich an Mangan, so bleibt es auch beim langsamen Erkalten weiss und heisst wegen seines grossblättrigen, krystallinischen Gefüges Spiegeleisen. Das graue Gusseisen enthält noch 1,3—3,7 % Kohlenstoff in ungebundenem Zustande, der in feinen Blättern (Graphit) zwischen den Eisenmolecülen lagert.

Eisengiesserei.

Die Herstellung von Eisengusswaaren kann direct mit dem Hohofenprocess verbunden werden, wenn es sich nicht um Maschinentheile handelt; meist zieht man es aber vor, das Eisenschmelzen in Tiegeln oder für grössere Gegenstände in Schachtöfen, in den sogen. Kupolöfen, vorzunehmen, die in der Regel 5—6eckige, 3—6 Meter hohe Oefen darstellen, aus feuerfesten Steinen

gemauert und von einem gusseisernen Mantel umgeben sind. Der Boden besteht aus festgestampftem Sande mit schiefer Oberfläche, die nach der sogen. Abstichöffnung zuläuft; an der entgegengesetzten Seite derselben befindet sich eine Oeffnung zur Einführung der Düse des Gebläses. Durch die Gicht trägt man das Roheisen und das Brennmaterial (Koks) ein.

Krigar hat den Kupolofen wesentlich durch einen Vorherd verbessert, der nur das geschmolzene Eisen aufnimmt, ohne dass dieses mit den Koks in Berührung bleibt; man kann das geschmolzene Eisen direct in die Formen ablassen.

Die von den Oefen ausgehenden Gase und Dämpfe müssen nach dem Schornstein der Dampfmaschine oder durch eine besondere Flugstaubkammer abgeleitet werden, weil sonst die nächste Nachbarschaft durch die Asche der Koks und die feinen Eisentheilchen, welche durch die Gebläseluft mit fortgeführt werden, sehr belästigt wird. Am zweckmässigsten fängt man die Gichtgase und den Staub unter einem Busen auf, der mit einer Flugstaubkammer in Verbindung gebracht wird. Der Zug kann durch den Schornstein der Dampfmaschine in hinreichendem Grade vermittelt werden.

Bei völliger Vernachlässigung solcher Vorsichtsmassregeln kann der Vegetation grosser Schaden zugefügt werden. In einem concreten Falle wurde ein Roggenfeld von einem bedeutenden Umfange durch solche Dämpfe eines Kupolofens gänzlich zerstört; die zarten Blattflächen waren mit runden, braunen, rostfarbigen Puncten wie besät; viele confluirten, andere erschienen perforirt, wenn man sie mittels der Loupe untersuchte. Die Obstbäume und Weinstöcke, welche in gleicher Linie standen, waren nur an den Spitzen und Rändern der Blätter und in geringerm Grade beschädigt, da sie bereits härter und weniger empfindlich waren.

Diese Veränderungen an den zarten Blättern des Roggens wurden theils durch das metallische Eisen bewirkt, welches sich zuerst in Oxydul und dann in Oxyd verwandelte, theils auch durch die schweflige Säure des Brennmaterials (Koks). Das so gebildete Eisensalz, welches sich auf den Blättern bei feuchtem Wetter löste, blieb beim Verdunsten des Lösungsmittels auf den Blättern zurück und wirkte nun corrosiv ein. Durch die Behandlung der Flecke auf den eingetrockneten Blättern mit Kaliumeisencyanür entstand Berlinerblau, ein Beweis für die Gegenwart eines löslichen Eisensalzes.

Durch die Einführung der **Gasflammenöfen**, welche in Spandau und Lüttich zum Geschützgusse im Gebrauche sind, fallen die Nachtheile dieser schädlichen Staubbildung weg; sie können mit und ohne *Siemens*'sche Regenerativfeuerung benutzt werden.

Bei der **Eisengiesserei** sind in sanitärer und technischer Beziehung dieselben Gesichtspuncte wie beim Kupfer- und Bronzeguss massgebend (s. S. 721).

Den **Sandguss** benutzt man vorzüglich zur Darstellung von Gittern, Stäben, Platten, Pfeilern u. s. w. Sind in diese Formen Buchstabenzeichnungen durch Holz eingelegt, so geschieht es nicht selten, dass sich an den Luftlöchern brennbare Gase: Kohlenoxyd, Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffgase, als Zersetzungsproducte des Holzes entwickeln, welche mit grosser Heftigkeit den Luftlöchern entströmen und sich beim weitern Füllen der Formen mit flüssigem Gusseisen unter Explosion entzünden. Durch den brennenden Gasstrahl können sich die in der Nähe beschäftigten Arbeiter eine gefährliche Verbrennung zuziehen: die Vorsicht gebietet es daher, die Luftlöcher mit aufrecht stehenden, wenigstens 2 Meter hohen Röhren zu versehen, damit sich die etwa entstehende Flamme über die Köpfe der Arbeiter hinweg ausbreiten kann.

Die Einführung der Formen von Sand und Lehm statt der Holzmodelle ist ein wesentlicher Fortschritt in der Giesserei. Seit der allgemeinen Verbreitung des Leuchtgases hat auch die Röhrenformerei ganz bedeutend an Ausdehnung gewonnen, namentlich seitdem man den stehenden Guss in getrockneten Formen statt des liegenden Gusses eingeführt hat, der zugleich den grossen Vortheil bietet, dass die beim Giessen entstehenden Gase und Dämpfe rascher nach oben abziehen und die Arbeiter weniger schädigen. Das Einstampfen des Formsandes durch Maschinen ist ein ebenso wichtiger Fortschritt.[3])

Der **Lehmguss** kommt beim Giessen von grossen Kesseln, topfartigen Gefässen u. s. w. zur Anwendung. Man bildet wie beim Kupferguss Formen aus gesiebtem, angefeuchtetem und mit Pferdemist durchknetetem Lehm: sie werden in Trockenöfen resp. Trockengewölben getrocknet, in kellerähnlichen Räumen, wo die Heizung mittels Koks in offenen Herden geschieht. Arbeiter, welche unvorsichtiger Weise auf solchen Gewölben schlafen, können sich durch die Verbrennungsproducte einer Intoxication aussetzen.

Trotz des vorsichtigen Trocknens kann es sich ereignen, dass die Formen noch Feuchtigkeit enthalten: bei der hohen Temperatur erzeugt sich dann beim Guss Wasser-

stoff, welcher eine Explosion erzeugen kann, wenn er mit der atmosphärischen Luft vermischt Knallgas bildet, ein Umstand, worauf wohl zu achten ist.

Kunstguss ist ebenfalls Lehmguss; **Schalenguss** (**Poterie**) für feinere Luxusgegenstände erfordert sehr häufig messingene Formen. Die weitern Manipulationen, welche mit den gegossenen Gegenständen noch vorgenommen werden, sind mechanischer Natur; nur hinsichtlich des sogen. Verputzens der Gusswaaren ist noch besonders zu bemerken, dass da, wo Nähte und Zapfen der Eingüsse sich befinden, das Abmeisseln mittels des Kaltmeissels geschieht; die Arbeiter haben daher ihre Augen durch Glimmerbrillen vor Eisensplittern zu schützen.

B. Darstellung des Schmiede- oder Stabeisens durch Frischen oder Puddeln.

Durch Entkohlung des leicht schmelzbaren Gusseisens erhält man das fast unschmelzbare **Schmiedeeisen**. Der Process, durch welchen das Roheisen in Schmiedeeisen verwandelt wird, heisst der Frischprocess und bezweckt die Entfernung der grössten Mengen von Kohlenstoff und der übrigen fremden Körper des Guss- oder Roheisens durch Oxydation.

Man unterscheidet: 1) die **Handscheidung** oder den **deutschen Frischprocess**, welcher darauf beruht, dass durch die Gebläseluft fortwährend Kohlenstoff aus dem Roheisen zu Kohlensäure verbrannt wird und schliesslich durch die Schläge des Aufwerfhammers alle Schlackentheile aus dem glühenden Eisen ausgepresst werden; 2) das **Frischen in Flammenöfen** oder der **Puddlingsprocess**, wobei das zu entkohlende Eisen in einem Flammenofen, mit Eisenschlacken versetzt, bis zum Erweichen erhitzt und beständig umgerührt (gepuddelt) wird. Der Sauerstoff des Eisenoxyduloxyds verbindet sich mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd, welches in blauen Flämmchen auf dem breiigen Eisen verbrennt.

Die Flammenöfen sind Reverberiröfen mit einem Gewölbe aus feuerfesten Steinen; der Arbeitsherd liegt in der Mitte zwischen dem Feuerherd und dem Schornstein und besteht aus einer eisernen Platte, auf welcher eine dicke Schicht von Sand oder Schlacken ruht.

Nach dem Puddeln wird das Eisen unter dem Stirnhammer oder durch ein Quetschwerk von den Schlacken befreit.[4])

In sanitärer Beziehung ist hier nur die grosse Hitze zu berücksichtigen, welcher die Arbeiter sich aussetzen müssen. Die Erkältungskrankheiten, Rheumatismen u. s. w., an welchen sie vorzugsweise leiden, finden in dem schroffen Temperaturwechsel einen hinreichenden Grund.

Das Schmiedeeisen, das kohlenfreieste Eisen, ist hellgrau, enthält einen Kohlengehalt von $\frac{1}{4}$—$\frac{2}{3}$% und ausserdem noch eine unbestimmte Menge von Schwefel, Phosphor, Silicium, Kupfer, Zink u. s. w.; es lässt sich sehr gut poliren, ist sehr dehnbar und zähe, eignet sich daher ganz besonders zur Erzeugung von **Drähten** und zur **Blechfabrication** auf Walzwerken; sehr wichtig ist in neuerer Zeit die Anfertigung von **Drahtseilen** geworden. Durch das Walzen bekommt Schmiedeeisen ein faseriges, durch Hämmern ein körniges Gefüge; bekannt ist es, dass auch starke und häufige Erschütterungen, wie solche bei Hängebrücken und Eisenbahnachsen vorkommen, den faserigen Zustand in den körnigen überzuführen vermögen, wodurch Brüche viel leichter stattfinden, eine Möglichkeit, die zur Verhütung von Unglücksfällen nicht zu unterschätzen ist.

C. Bereitung des Stahls.

Nach den verschiedenen Darstellungsweisen sind folgende Stahlsorten zu unterscheiden:

1) Der **Roh- oder Schmelzstahl**, welcher durch theilweise Entkohlung des Roheisens entsteht, wird nach der Art der Entkohlung verschieden benannt.

a) **Roh- oder Frischstahl** wird in Oesterreich, in Thüringen, im Regierungsbezirk Arnsberg und im Siegen'schen aus Spatheisenstein durch allmähliges Verbrennen des Kohlenstoffs, durch Frischen, erhalten. Der Process stimmt im Ganzen mit dem Frischen des Eisens überein; man heizt mit Holzkohlen.

b) Der **Puddelstahl** wird durch den Puddlingsprocess mit Steinkohlen dargestellt und liefert das Material für die Gussstahlfabrication. Die Bearbeitung unterscheidet sich fast gar nicht vom Eisenpuddeln.

c) Der **Bessemerstahl.** Das flüssige Roheisen wird aus dem Hohofen in birnförmige, von Eisenblech angefertigte und mit feuerfestem Thon gefütterte Gefässe (Convertor) abgelassen; im Boden des Convertors wird gegenwärtig durch 70 bis 80 enge Oeffnungen Luft in das geschmolzene Eisen eingeblasen und zwar in einer solchen Richtung, dass die Masse in eine drehende Bewegung geräth; dadurch wird das Aufbrausen und Umherspritzen des Eisens verhütet, welches bei der frühern Methode sehr belästigend und gefährlich war. Die Beimengungen (Phosphor, Silicium, Schwefel, Kohle) des Metalls verbrennen mit Flammen und Funkensprühen. Die aus dem Convertor aufsteigende Flamme muss durch den Spectralapparat so lange beobachtet werden, bis das für den Kohlenstoff charakteristische Spectrum schwindet; dann wird der flüssige Stahl in Formen abgegossen.

Die Menge der sich beim *Bessemer*'schen Processe entwickelnden Gase ist nicht so bedeutend wie beim Hohofenprocess; bisher werden sie noch nicht zur Feuerung benutzt. Bei grosser Unachtsamkeit der Arbeiter können auch hier tödtliche Fälle eintreten; es sind dem Verf. zwei tödtliche Vergiftungen durch Einwirkung der hier auftretenden Gase bekannt geworden.

2) **Cement- oder Brennstahl.** Bei der Fabrication im Grossen bringt man Schmiedeeisenstäbe in thönerne Kasten, welche das sogenannte Cementpulver (Kohlenklein, Holzasche und Kochsalz), enthalten und glüht sie in Flammenöfen. Die 4—5 Meter langen Kasten schliessen sich an die Seitenwände an, wo sich die Thüren zum Füllen der Kasten und zum Probenehmen befinden. Das Feuern muss bis zur Weissglühhitze gesteigert werden.

Nach einer andern Methode bestreut man das bis zu einer bestimmten Temperatur erhitzte Eisen mit kohlen- und stickstoffhaltigen Bestandtheilen (Hornspänen, Lumpenwolle, Blutlaugensalz u. s. w.) mehrmals, um dem Eisen Kohle und Stickstoff mitzutheilen (s. S. 392).

Diese Methode wendet man namentlich bei den **Gewehrläufen** vor geschehener Bohrung an. Sie ist nicht nur für die Umgebung durch die unangenehmen Gerüche belästigend, sondern auch für die Arbeiter gefährlich, weil beim Zustreuen der Kohle leicht Kohlenoxyd in den Arbeitsraum strömt und erfahrungsgemäss Vergiftungen hervorruft, wenn man nicht für gehörige Ableitung der Gase sorgt; übrigens ist dies leicht durch einen gut ziehenden, mit der Esse in Verbindung stehenden Fang über der Arbeitsthür zu bewerkstelligen.

Nach dem Glühen folgt bei den Stäben behufs inniger Vertheilung des Kohlenstoffs das Zusammenschweissen. Die Gewehrläufe werden gefräst und dann gebohrt.

Bei der Stahlfabrication im Kleinen, z. B. bei Grobschmieden, Schlossern und namentlich Uhrmachern u. s. w., durch welche Trieben, Achsen, Werkzeugen zum Schneiden der Schrauben u. s. w. eine harte Oberfläche ertheilt werden soll, werden vorher die Gegenstände durch Schmieden und Feilen in die nothwendige Form gebracht und dann in Schichten zwischen Pulver von Holzkohle oder Thierkohle oder auch von Horn-, Hufenabfällen u. s w. in eiserne Kasten gelegt, die sorgfältig verschlossen und lutirt werden. Diese werden in einem Schmiedefeuer einige Stunden lang einer starken Glühhitze ausgesetzt; durch die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen erzeugt sich bloss an der Oberfläche des letztern eine dünne Schicht Stahl. Schliesslich wird der Kasten in kaltes Wasser geworfen, um den Stahl zu härten.

3) Der sogen. **Glisentistahl** entsteht durch Zusammenschmelzen von Roheisen (Spiegeleisen) und Schmiedeeisen.

Raffiniren des Stahls. Um die Ungleichheit im Gefüge des Stahls aufzuheben, die beigemengten fremden Stoffe zu entfernen und den Stahl zur Anfertigung von Instrumenten u. s. w. geeignet zu machen, muss er (Bessemerstahl ausgenommen) raffinirt werden.

Das eigentliche Raffiniren, Gerben oder Läutern besteht im Ausschmieden des Rohstahls unter **Hämmern**, die von einer mechanischen Kraft getrieben werden, zu Platten (**Reckhämmer**): diese werden im rothglühenden Zustande in kaltem Wasser gehärtet und in Stücke gebrochen; mehrere derselben vereinigt man zu Bündeln (**Zange**), die in der Weissglühhitze zusammengeschweisst und wieder ausgedehnt werden.

Durch Umschmelzen des Stahls erhält man den **gegossenen Stahl** oder **Gussstahl**, der gegenwärtig eine bedeutende Stellung in der Industrie einnimmt. Das Schmelzen kleiner Stücke von Roh-, Puddel- oder Cementstahl oder auch von Stab- und Gusseisen geschieht in Tiegeln von reinem Pfeifenthon, die mit Stahlbrocken gefüllt auf den Rost des Tiegelofens gestellt, mit einem Deckel versehen, lutirt und mit

glühenden Koks umgeben werden; ein stark ziehender Schornstein unterhält eine intensive Verbrennung. Der geschmolzene Stahl wird in eiserne Formen gegossen. Setzt man während des Schmelzens etwas Silber oder Wolfram (½ %) zu, so erhält man den durch eine grössere Härte sich auszeichnenden **Silber-** oder **Wolframstahl.**

Wegen seiner Härte und Federkraft ist der indische **Wootzstahl** und **Damascenerstahl** berühmt; es sind Mischungen von Stahl und Eisen, die künstlich dargestellt werden können

Stahl- und Eisenindustrie.

Der **Stahl** steht im Allgemeinen in der Mitte zwischen Guss- und Schmiedeeisen; bei den weichen Sorten enthält er 0,75—1 % Kohlenstoff, bei den harten bisweilen 1,75 %, meist aber selten mehr als 1,25 %. Durch die Eigenschaft, sich härten zu lassen, zeichnet er sich vor allen andern Metallen aus. Das Härten geschieht durch plötzliches Abkühlen und Pressen zwischen metallenen Platten und ist nothwendig bei der Anfertigung verschiedener Werkzeuge, die zum **Schneiden, Sägen, Feilen, Hobeln, Bohren** u. s. w. dienen, sowie bei der Darstellung von Gegenständen, die sich beim Gebrauche wenig abnutzen dürfen.*)

Gehärteter Stahl kann übrigens ohne weitere Bearbeitung nicht benutzt werden, weil er beim Hämmern u. s. w. wie Glas springen würde; er eignet sich nur zum Schleifen. Diese grosse Brüchigkeit verliert der Stahl durch das sog. **Anlassen**, d. h. eine langsame Erwärmung von 220—325° C., ohne etwas von seiner Härte einzubüssen. Die aus Stahl anzufertigenden Gegenstände unterliegen dieser Behandlung, namentlich **Federn** und **Sägen**, weniger **Rasirmesser** und **Meissel.**

Der geschliffene und polirte Stahl verändert beim Anlassen seine Farbe vom Hell-, Stroh- und Dunkelgelb zum Purpur- und Carmoisinroth, Veilchen-, Dunkel- und Hellblau. Wird rothglühender Stahl in Holzkohlenpulver gelegt und in diesem langsam abgekühlt, so bleibt er weich wie Eisen und kann wie dieses gefeilt, gebohrt und gehobelt werden.

Der Stahl schmilzt wegen seines Kohlenstoffgehaltes leichter als Schmiedeeisen, aber schwerer als Gusseisen; er bedarf einer Temperatur von 1700—1800° C. zum Schmelzen. Beim Eintritt der Weissglühhitze wird der Stahl weich wie Stabeisen und ist dann zum **Schmieden** und **Schweissen** geeignet.

Bei allen diesen Arbeiten ist in sanitärer Beziehung die strahlende Wärme zu beachten, welcher die Arbeiter ausgesetzt sind (s. S. 182); auch gibt das starke Geräusch bei der Anfertigung von grössern Werkzeugen oft Anlass zur Entstehung von Schwerhörigkeit. Das Tragen von Baumwolle in den Ohren ist sowohl in dieser Beziehung als auch zur Vermeidung des Eindringens von Staub in den äussern Gehörgang zweckmässig; um die Augen vor der Gluth des Feuers oder Verletzungen zu schützen, sind wiederholt die Glimmerbrillen zu empfehlen. Dass bei so schweren Arbeiten auch Verletzungen mancher Art vorkommen, ist selbstverständlich; kommen dazu noch die körperlichen Ueberanstrengungen oder die einseitige Anstrengung einzelner Muskelgruppen, so vereinigt sich eine Summe von Gesundheits-Schädigungen, der man fast bei allen Eisenarbeitern begegnet.

Das Schmieden. Die meisten Metalle besitzen Schmiedbarkeit und Dehnbarkeit, nur erfordern die einen Metalle eine höhere Temperatur hierzu als die andern. Eisen und Stahl können nur in glühendem Zustande geschmiedet werden. Beim Schmieden wird die Formveränderung der Metalle durch Schlagen mit Hämmern bewirkt; diese werden in Bewegung gesetzt entweder durch die Muskelkraft der Arbeiter oder durch eine rotirende Achse (Schwanz-, Brust- und Stirnhämmer), durch Dampf (Dampfhämmer), durch Treten (Tritt- oder Stampfhämmer) oder durch Anwendung sich umdrehender Rollen oder Scheiben (Reibungshämmer). Der

---

*) Zur Anfertigung von Achsen, Eisenbahnschienen, Stäben für Eisenbahnbrücken u. s. w. kann nur der ungehärtete Stahl benutzt werden, weil er sich durch einen hohen Grad von Festigkeit auszeichnet.

Amboss dient den zu bearbeitenden Metallen als Stütze und leistet den Hammerschlägen Widerstand; bei den grössern Hämmern ist die damit verbundene Erschütterung des Erdbodens für die Adjacenten sehr belästigend und erfordert zweckmässige Schutzmassregeln.

Bei kleinern Dimensionen reicht ein Block von Eichenholz (Ambossstock) aus, der im Boden befestigt wird und aus dem Boden noch hervorragt. Auch kann man aus Dauben von Holz eine Kufe ohne Boden construiren, welche man in den Grund setzt und mit grobem Sande oder Kieselsteinen ausfüllt: auf diese Lage kommt zunächst ein Stück Holz und auf dieses der Amboss. Bei sehr grossen Hämmern wird eine besondere Stelle für den Amboss vertieft, ausgemauert und mit einem kleinen Wall umgeben, um dadurch die Fortpflanzung der Erschütterung zu verhüten.

Die Feuerherde dienen zum Glühen der Metalle und stellen gewöhnliche Schmiedeherde oder Flammen- oder Schweissöfen dar.

Als verschiedene Arten des Schmiedens unterscheidet man das **Ausstrecken** eines Stabes in die Länge, das **Stauchen**, welches ein Zusammendrücken des Stückes der Länge nach bezweckt, das **Biegen**, das **Ansetzen**, wobei mittels des Schrotmeissels eine tiefe Kerbe eingeschlagen wird, das **Durchschlagen** oder Dornen von Löchern, das **Schmieden in eine Spitze** (Nagelschmieden) und das **Schweissen**, welches zwei oder mehrere Stücke Eisen oder Stahl zu einem Stück vereinigt.

In sanitärer Beziehung wiederholen sich bei allen diesen Beschäftigungen die körperliche Anstrengung, die strahlende Hitze, der schroffe Temperaturwechsel und die leichte Beschädigung der Augen. Bei Schmieden und Schlossern handelt es sich um einen groben Eisenstaub, der nicht eingeathmet wird; auch der Kohlenstaub ist nicht beträchtlich, da bekanntlich die Kohlen auf dem Feuerherde beständig mit Wasser besprengt werden. Specifische Staubkrankheiten können bei diesen Arbeitern selten nachgewiesen werden, wenn sie nicht noch andern, Staub bedingenden Schädlichkeiten ausgesetzt sind. Die Werkstätte selbst ist zwar niemals frei von Staub, wie es bei allen mit Schmutz verbundenen Beschäftigungen der Fall ist; eine sorgfältigere Reinigung und häufiges Ausfegen der Werkstätten würde daher manchen Nachtheilen vorbeugen; gleichzeitig müsste auch den Arbeitern Gelegenheit zur Reinigung ihres Körpers gegeben werden. Die ergiebigste Benutzung von Bädern ist das beste Schutzmittel zur Erhaltung der Gesundheit der Eisenarbeiter. Die Gewerbe-Statistik hat noch nicht die Vollkommenheit erreicht, welche zu Schlussfolgerungen berechtigen. Auch ist hierbei stets die ursprüngliche Krankheitsanlage zu berücksichtigen, welche die Entstehung mancher Leiden mit bedingt; so sind z. B. varicöse Anschwellungen an den untern Extremitäten bei Schmieden und Schlossern gar nicht selten, manche bleiben jedoch erfahrungsgemäss trotz jahrelanger Beschäftigung frei davon. Herzkrankheiten können die Folgen der körperlichen Anstrengung sein, wenn sich Arbeiter mit schlaffer Musculatur und reizbarem Gefässsystem den Ueberanstrengungen aussetzen. Bei allen Stahl- und Eisenarbeitern sollte man daher von vornherein die richtige Auswahl treffen; es ist Sache der Fabrikärzte, namentlich junge Leute, deren Constitution und Krankheitsanlage Bedenken erregen, von solchen anstrengenden Arbeiten fern zu halten. Kräftige Constitutionen werden dagegen bei einer guten Ernährung und einem verständigen Lebenswandel durch das Schmiede- und Schlossergewerbe an ihrer Gesundheit nicht beeinträchtigt und in ihrem Lebensalter nicht verkürzt. Dies gilt auch von den Grob- und Hufschmieden, von den Schwertfegern oder Waffenschmieden.

2) Das **Walzen**. Ein Eisenwalzwerk besteht in der Regel aus zwei sogen. Walzstrassen, von denen eine für die Fabrication der Bleche, die andere für die von Stab-, Band- und Rundeisen dient. Die Arbeiter haben sich hierbei nur vor mechanischen Verletzungen zu hüten.

3) Das **Drahtziehen**. Man schmiedet aus Eisen oder Stahl viereckige Stäbe oder walzt das glühende Eisen rund bis zu einer gewissen Dicke. Zum Ziehen

des Drahtes benutzt man überall das Zieheisen und die Ziehbank. Rundgewalztes Eisen (Drahteisen) wird fast ausschliesslich auf Leier- und Trommelbänken zu Draht gezogen; besondere sanitäre Nachtheile treten weder beim Walzen noch beim Drahtziehen auf.

Das Ziehen von eisernen Röhren oder hohler eiserner Stäbe im Allgemeinen für Locomotiv- und Dampfkessel u. s. w. geschieht mittels eines eisernen oder stählernen Kerns (Dorn).

Ausarbeitung der Metalle. Die hier zur Sprache kommenden Manipulationen gehören zwar hauptsächlich der mechanischen Technologie an, sie bedürfen aber einer kurzen Besprechung, weil grade die Ausarbeitung von Eisen und Stahl in sehr viele Fabricationszweige hineingreift, die, wie z. B. die Uhrmacherei, Gewehrfabrication u. s. w., hier nicht speciell behandelt werden können, in denen aber doch mehr oder weniger mechanische Vorgänge folgender Art vorkommen:

1) Das **Verbessern der äussern Gestalt** wird bei eisernen Gegenständen durch **Drehen** auf der Drehbank erzielt*). Hierbei bilden sich oft die Augen verletzende Eisensplitter, vor denen sich die Arbeiter durch Brillen schützen müssen.

Zum **Schraubenschneiden** sind besondere Apparate erforderlich; zum **Hobeln** gebraucht man Hobelmaschinen.

Das **Feilen** bezweckt das Glätten von unregelmässigen Metallstücken, die sich weder zum Abdrehen noch Abhobeln eignen. Bei kleinern und kurzen Gegenständen ersetzen die Feilmaschinen die Feilen, was fast in allen Metallwerkstätten der Fall ist. Feilenhauer beschäftigen sich mit der Anfertigung der Feilen; die Arbeit ist an und für sich nicht schädlich, nur häufig mit körperlicher Anstrengung verbunden. Die meisten Eisenarbeiter sind aber roh wie das Metall, das sie bearbeiten, und auf die Erhaltung ihrer Gesundheit nicht bedacht. Auch ist noch eine Manipulation, die hierbei vorkommt, mit Gefahr verbunden; ist nämlich schon eine Seite der Feile geschärft, so muss diese auf eine weichere Unterlage gelegt werden, wenn das Schärfen der andern Seite stattfinden soll; in England sowie in Deutschland wählt man dazu ein Lager von Blei oder ein Gemenge von Sand und Bleiglanz oder zerkleinertem Blei und Zinn. Der hierbei auftretende Bleistaub gibt nicht selten zu Bleivergiftungen Anlass, die sich erfahrungsgemäss als Koliken, Neuralgien und Lähmungen der Extensoren der Arme äussern können. Da während der Arbeit die linke Hand, welche den Meissel hält, auf dem Bleilager ruht und auf demselben den Meissel fortschiebt, so kann der Staub sehr leicht eingeathmet oder mit den Fingern dem Munde zugeführt werden, wenn erstere, wie es häufig geschieht, mit Speichel benetzt werden. Die Ausbildung dieser **Feilenhauerkrankheit** (File-cutters disease) ist daher leicht erklärlich, namentlich wenn auch das Mittagsmahl in den staubigen Arbeitsräumen verzehrt wird. Die Prophylaxis beruht in den Vorsichtsmassregeln, welche auch in Bleiweissfabriken und bei andern Bleiarbeiten erforderlich sind; am sichersten würde aber eine zweckmässigere Unterlage für die zu bearbeitenden Feilen diese Krankheit verhüten. Auch findet man nicht bei allen Feilenhauern diese Methode, grade Blei als Lager zu benutzen; jedenfalls ist es möglich, auf anderm Wege den beabsichtigten Zweck zu erreichen. Ziel und Streben der öffentlichen Gesundheitspflege muss es aber bleiben, mit Ausdauer sanitären Nachtheilen solcher Art entgegen zu wirken, namentlich wenn sie in überlieferten Vorurtheilen wurzeln.[5])

Das **Schleifen** der Metalle ist bei harten Metallen, die von der Feile nicht angegriffen werden, erforderlich; sie müssen daher längs der Oberfläche harter Steine (Schleifsteine) gerieben werden. Durch Wetzen oder Schärfen auf Steinen bewegt man die Gegenstände selbst und schleift auf diese Weise Messer, Gravir- und Hobeleisen u. s. w. Bei grössern Gegenständen, bei Ambossen, Beilen, Sägen, Gewehrläufen, Säbeln, Bajonneten u. s. w. werden die Schleifsteine mit grosser Geschwindigkeit umgedreht und die Gegenstände gegen ihre Oberfläche angedrückt, was auch bei kleinern Gegenständen, z. B. bei Federmessern, Scheren, Nadeln und Stahlfedern geschieht, um ihnen neben einer schneidenden oder scharfen Kante zugleich eine glatte und schöne Oberfläche zu geben; im letztern Falle bewegen sich

---

*) Durch das Guillochiren (von *Guillot* erfunden) werden auf ebenen Flächen excentrische Kreise, elliptische oder wellenförmige Linien eingeschnitten, z. B. auf den Platten zum Drucken von Papiergeld, auf der Rückseite der Taschenuhrgehäuse, somit mehr auf weicherm Metall.

die Schleifsteine sehr rasch, beim Nadelschleifen machen sie oft in 1 Minute 3 - 4000 Umdrehungen.

In den Schleifmühlen variirt die Grösse der Steine von 2,5—3 Meter und drehen sich dieselben natürlich um so langsamer, je grösser sie sind. Das Schleifen hat schon längst die öffentliche Aufmerksamkeit erregt, da der hierbei abfallende feine Metallstaub einen so entschieden nachtheiligen Einfluss auf die Lungen der Arbeiter ausübt, dass die Folgen noch viel eher als bei den Steinhauern eintreten müssen, da es sich hier um einen feinen Stein- und Eisenstaub handelt. In diesem Jahrhundert hat man endlich angefangen, auf Schutzmassregeln Bedacht zu nehmen: die Erfahrung und der Versuch haben bewiesen, dass das Ziel, Schutz der Arbeiter, zu erreichen ist.

Man muss hierbei das Nassschleifen und Trockenschleifen unterscheiden. Das Nassschleifen geschieht gewöhnlich bei grössern Gegenständen, namentlich bei den verschiedensten Werkzeugen, unter Zufluss von Wasser und würde deshalb an und für sich nicht schädlich sein, wenn nicht auch zeitweilig das **Schärfen** der Mühlsteine hinzukäme, welches im trocknen Zustande geschieht und daher Staub erzeugt. Stets werden aber auf trocknen Steinen spitzige Drähte, Näh-, Strick- und Stecknadeln geschliffen.

Die meisten Schutzmassregeln stimmen darin überein, dass man den Stein mit einem Kasten umgibt und diesen mit einem Exhaustor in Verbindung setzt, während an einer geeigneten Stelle des Kastens nur eine möglichst kleine Arbeitsöffnung bleibt. Nass- und Trockenschleifen findet am besten auf besondern Schleifmühlen statt. Die Schleifsteine für Nassschleifen hängen in gemauerten, möglichst engen Gruben mit sehr schräger Sohle, an deren höher gelegenem Ende sich ein Ventilationscanal anschliesst; der Fussbodenbeleg bildet in der Regel die obere Decke dieses Canals, während der untere Theil der Grubensohle mit einem nach aussen mündenden Abflusscanal für das Schleifwasser verbunden ist. Beim Nassschleifen ist die Verbindung mit dem Ventilator geschlossen und der Abflusscanal offen; soll aber der Schleifstein geschärft werden, so ist die Verbindung mit dem Ventilator wieder herzustellen und der Abflusscanal abzuschliessen.

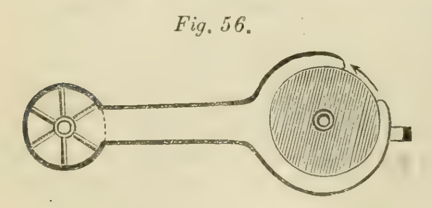
Für das Trockenschleifen ist ein apartes System von Schleifsteinen vorzuziehen; die Einrichtung ist hinsichtlich der Gruben und des Ventilationscanals dieselbe, nur setzt sich letzterer nach dem Arbeiter zu in eine Rinne über den Fussboden hinaus fort, damit sämmtlicher Staub der absaugenden Wirkung des Ventilators ausgesetzt ist. Der Abflusscanal fällt natürlich weg.

Beim Nassschleifen kommt es auch auf eine zweckmässige Methode der Anfeuchtung der Schleifsteine an, damit sich nicht Wasserlachen im Fabrikraum bilden und der Arbeiter vor zu grosser Feuchtigkeit geschützt bleibt. Am besten hat sich die Berieselung des Steins mittels eines durchlöcherten, horizontalen und der Breite des Steins entsprechenden Rohrs bewährt.[6])

Da beim Nassschleifen auch gewöhnlich grössere und schwere Gegenstände geschliffen werden, so ist die körperliche Anstrengung nicht gering; man lehnt die Stücke gegen ein Brett und drückt dies mit dem Knie gegen den Schleifstein, wobei sich der Schleifer mit dem Rücken gegen einen festen Gegenstand anstemmen muss. Schlimmer ist die Gewohnheit der Arbeiter, sich mit dem ganzen Gewicht ihres Körpers vornüber auf den zu schleifenden Gegenstand zu legen, um dadurch die Arbeit zu beschleunigen und mehr Lohn zu verdienen; sie können aber den grössern Verdienst nur auf Kosten ihrer Gesundheit erreichen, daher diese Stellung durchaus zu tadeln ist.

Bei der Nadelschleiferei, bei welcher stets trocken geschliffen wird, sind die nämlichen Grundsätze massgebend. Fig. 56 stellt eine Umhüllung des Schleifsteins mit Weissblech dar, die in einen Canal übergeht, an dessen Ende ein Exhaustor in Thätigkeit ist. Gegenwärtig sind die Schleifapparate aber sehr vervollkommnet worden; nirgends hat sich aber der Ersatz des Ventilators durch eine kräftige Esse bewährt. Macht das Schleifsystem die Anwendung eines Ventilators nothwendig, so kann man sich nur von der absaugenden Wirkung desselben einen Erfolg versprechen, mögen die Stellung der Schleifsteine zu einander oder die ganze Einrichtung auch noch so verschieden sein. Das System, bei dem die Mühlsteine durch walzenförmige, mit Feilenhieben versehene Scheiben von Stahl ersetzt sind, macht die Absaugung des Staubes unnöthig, indem die Nadeln unter die Walze auf einer Fläche von Stahl vertheilt werden und der Mechanismus so eingerichtet ist, dass die Maschine aufhört zu arbeiten, wenn die Nadeln fertig sind.

Fig. 56.



Sie hat den Vortheil, dass sie die Erhitzung der Nadeln vermindert, fast keinen Abfall und deshalb auch kaum Staub aufkommen lässt; aber auch die Gefahr vor dem Zerspringen der Schleifsteine verschwindet mit dieser Einrichtung; aus dieser Ursache war man früher genöthigt, die Schleifsteine noch besonders zu befestigen oder die Arbeiter durch eine gusseiserne Platte, die man zwischen dem Schleifstein und der Arbeitsstelle aufstellte, zu schützen.[7])

Die erwähnte Einrichtung hat nur den Nachtheil, dass ihre Leistungen wegen der langsamern Bewegung der Walzen denen der Schleifsteine noch nicht gleichkommen; zweifelsohne sind aber noch grössere Vervollkommnungen zu erwarten, wenn man diese Wege weiter verfolgt, da sich auf allen andern Gebieten der Technik das Walzensystem Bahn gebrochen hat.*)

Bei den Stecknadeln von Messing oder Kupfer hat man wegen der leichtern Behandlung dieser Metalle noch grössere Erfolge bei dem Schleifprocesse erlangt. Die sogenannten amerikanischen Maschinen stellen diese Nadeln vollständig her; sie nehmen den auf der Spule aufgewickelten Messingdraht ab, theilen, schleifen und versehen ihn auch mit dem Kopfe, so dass die Nadel fertig aus dieser Maschine hervorgeht. Zum Schleifen dienen die erwähnten walzenartigen, mit Feilenhieben versehenen und in einem geschlossenen Kasten befindlichen Scheiben, in welchem sich der metallische Staub ansammelt, der hierbei wegen der weichern Beschaffenheit des zu bearbeitenden Metalls stets auftritt.**)

Eine Morbiditäts- und Mortalitäts-Statistik der Schleifer in grösserm Umfange gibt es noch nicht, obgleich die Erfahrung längst über die Gefährlichkeit des Schleifstaubes entschieden hat.[8])

Die **Schleiferkrankheit**, in Sheffield Grinder's Asthma genannt, ist namentlich durch Holland[9]) einer genauern Untersuchung unterworfen und als Staubinhalationskrankheit aufgefasst worden; freilich deutet schon der Name „Asthma“ auf die Vielseitigkeit des Leidens hin, welches auch in der That nach der Constitution und der Krankheitsanlage unter mannigfaltigen Erscheinungen auftritt, grade wie es sich mit dem Asthma der Kohlengrubenarbeiter verhält. Von den einfachsten, erbsengrossen Ablagerungen des Schleifstaubes in kleinen circumscripten Herden bis zur wirklichen Vomica-Bildung findet man bei den Sectionen die verschiedensten Uebergangsformen. Seltner zeigt sich ein mit der Anthracosis pulmonum übereinstimmender Befund; genauere pathologische Untersuchungen hierüber fehlen noch und nur die schwarze, das Lungengewebe durchdringende Flüssigkeit beweist die Analogie; ausserdem sind vorzugsweise die Bronchialdrüsen in eine schwarze und mit eingelagertem Schleifstaube versehene Masse verwandelt.

Die verursachten Reizungen der Luftwege können jahrelang bestehen und nur mit Husten begleitet sein, wofern gut constituirte Individuen dem Schleifstaube ausgesetzt sind; handelt es sich aber um junge Leute mit phthisischem Thorax und kümmerlicher Entwicklung, so geht die Zerstörung der Lunge weit rascher vor sich, bis der Tod unter colliquativen Erscheinungen eintritt. Diese Affection der Lunge wird eingeleitet durch Einlagerung des Schleif-

*) Die **Fabrication der Nähnadeln** umfasst im Allgemeinen 1) das Abschneiden und Richten des Eisen- oder Stahldrahts, welcher von den Drahtziehereien geliefert wird; 2) das Schleifen, 3) das Poncen der Furchen oder Gruben der Augen mittels der Durchstossmaschine; 4) das Blankmachen, 5) das Härten durch Glühen, 6) das Scheuern auf einer der gewöhnlichen Mang-Rolle ähnlichen Scheuermühle; 7) das Sortiren, 8) das Verpacken, 9) häufig noch das Poliren und Bruniren, obgleich ersteres eigentlich nur ein Schleifen darstellt.

**) Die Stecknadeln werden vielfältig mit einem gläsernen Kopfe versehen; diese Arbeit wird meist von Frauen und Mädchen ausgeführt, die nicht selten in einem schlecht ventilirten Raume nahe an Gasflammen sitzen, um das Glas zu schmelzen und die Köpfe zu bilden. Man sollte auch hier für eine kräftige Ventilation sorgen.

staubes in das Lungengewebe, grade wie es sich bei den Steinhauern und den Arbeitern in Porcellanfabriken u. s. w. verhält, denn in allen diesen Fällen findet man als Folgen des fortschreitenden Verschwärungsprocesses mehr oder weniger den Auswurf von erbsengrossen, festen und in Eiter gehüllten Concrementen (s. S. 660), der jahrelang von derselben Beschaffenheit bleiben kann, bis er schliesslich in profuse, eitrige, grünliche oder auch schwärzliche Sputa übergeht, die meist mit der Bildung von Hohlräumen im Lungenparenchym in Verbindung stehen.

Nach der verschiedenen Entwicklung und den Ausgängen der Krankheit muss sich natürlich auch ihre Symptomatologie richten. Es ist hierbei nur bemerkenswerth und charakteristisch für das durch Schleifstaub erzeugte Lungenleiden, dass oft alle Erscheinungen ganz in den Hintergrund treten, wenn der betreffende Arbeiter das Schleifen aufgibt und eine gesundere Beschäftigung wählt; nach jahrelangem Stillstande der Krankheit kann aber diese mit erneuter Heftigkeit erwachen, wenn die frühere Schädlichkeit wieder einwirkt. Charakteristisch ist ferner eine schon früh eintretende Kurzathmigkeit mit Husten, ein Symptom, das hauptsächlich die Veranlassung war, dass man die Krankheit im Allgemeinen als Asthma aufgefasst hat. Die Mittel sind jetzt vorhanden, um diesen tödtlichen Erkrankungen ganz vorzubeugen; möchten sie fernerhin nur noch ein historisches Interesse darbieten! —

2) Die **Darstellung hohler Löcher oder Räume** wird durch verschiedene Arten von **Bohrer** oder **Bohrgewinden**, durch **Bohren** auf der Drehbank, durch Bohrmaschinen bewirkt; die letztern werden durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt. Es fallen hierbei grössere Eisensplitter ab, die nur den Augen schädlich werden können. Beim Bohren in Schmiedeeisen und Stahl entwickelt sich aber eine bedeutende Wärme, die ein fortwährendes Begiessen des Bohrers mit Wasser, Oel oder Seifenlauge erfordert. Beim Bohren von Kanonen oder Gewehrläufen bedient sich der Arbeiter, namentlich bei den letztern, eines qualmenden Lichtes, um die Bohrung zu beobachten; man sollte hier stets für eine zweckmässige Beleuchtung sorgen, um die Arbeiter nicht den Nachtheilen des Russes auszusetzen. Einen Bohrer, den man Senker, Ausrecker oder Fräser nennt, benutzt man, wenn man ein Bohrloch an seiner Mündung erweitern will.

Das **Durchstossen** oder **Lochen** dient zur Darstellung von Scheiben oder Platten für Knöpfe, Münzen, von Augen in den Nähnadeln, von Rädern, Zeigern für Uhren u. s. w.

3) Die **Zertheilung der Metalle** geschieht durch Sägen und die Schere; vielfach im Gebrauche sind die Kreissägen (namentlich in der Holzschneiderei) und die Kreisscheren.[10])

4) Beim **Biegen der Metalle** kommt das **Austreiben, Ausklopfen** und **Stangen** vor, namentlich beim Klempner, Kupfer-, Gold- und Silberschmied.

5) Das **Verbinden der Stücke** wird durch **Nieten** und **Löthen** (s. S. 667) bewirkt.

6) Zum **Fertigmachen und Verschönern** gehören folgende Proceduren. Zum Reinigen der Oberfläche der Metalle dient das **Schabmesser** oder der **Schaber**, wobei mehr oder weniger Metallstaub entsteht.

Ausser dem Schleifen auf Steinen dient das **Schleifen** mit Bimstein, Schachtelhalm, Glas- oder Metallpulver oder mittels kreisförmig bewegter Scheiben von Holz, deren Ränder mit Smirgel oder andern Polirmitteln u. s. w. eingerieben werden. Diese Operation ist daher schon ein Poliren, obgleich das eigentliche Poliren durch den Polirstahl bewirkt wird. Metallstaub fällt bei eisernen Gegenständen in weit geringerer Menge ab, obgleich beim Poliren von Silbersachen doch die Thatsache ausser Frage steht, dass hier stets mehr oder weniger metallische Theilchen abfallen (s. Literatur No. 2 bei Silber); in ähnlicher Weise wird es sich bei den Messingsorten verhalten. Weit wichtiger sind jedenfalls die bei ersterer Methode zur Anwendung kommenden Polirmittel, von deren Natur die Schädlichkeit des Staubes abhängig ist; auch der vielfach benutzte Smirgel ist keineswegs indifferent, da er stets Kieselsäure und Eisen enthält.

Durch **Graviren** und **Aetzen** erzeugt man Verzierungen; das **Bruniren** (s. S. 310) bezweckt, die Eisenwaaren, namentlich die Gewehrläufe, mit einer dünnen Oxydschicht zu versehen, den Metallglanz der Oberfläche zu beseitigen oder den damascirten Läufen ein schönes Ansehen zu geben; ausser Antimonchlorid zieht man auch eine

Sublimatlösung oder eine verdünnte Salz- und Salpetersäurelösung in Anwendung. Nach dem Abwaschen und Reinigen der Läufe wird mit dem Polirstahl polirt oder auch ein Schellackfirniss aufgetragen.

In Betreff des Ueberziehens der Metalle mit andern Metallen s. Gold, Silber und Zinn. Das Verkupfern geschieht hauptsächlich bei Eisen und Stahl.

Ausser den Firnissen wird vorzugsweise Email (Glasmasse) zum Bedecken metallener Oberflächen benutzt.

Das Emailliren der Gusswaaren. Die leichte Oxydirbarkeit des Eisens macht es in vielen Fällen wünschenswerth, die Gefässe mit einer schützenden Decke zu versehen, welche wenigstens den schwachen Säuren widerstehen kann. Beim Glasiren ist Folgendes zu beachten: 1) muss das Eisen eine rein metallische Oberfläche haben, 2) muss die Glasur einen niedrigern Schmelzpunct als das Gusseisen haben und sich innig mit der Metallfläche verbinden, 3) dürfen die Ausdehnungscoefficienten der beiden Substanzen, des Eisens und der Glasur, nicht zu weit auseinanderliegen, da sonst bei raschem Temperaturwechsel ein Reissen der Glasur stattfindet; dadurch kommt die Flüssigkeit mit dem metallischen Eisen in Berührung und kann hier ein Oxydiren bedingen, in Folge dessen dann die Glasur abgestossen wird; 4) darf bei Kochgeschirren die Glasur keine schädlichen Bestandtheile, namentlich kein Blei enthalten, welches sich in verdünnten Säuren löst und dadurch der Gesundheit schädlich wird.

Durch das **Putzen** resp. **Beizen des Gusseisens** müssen die Gussgegenstände zuerst von dem anhängenden Formsand u. s. w. mechanisch befreit werden. Nachdem alle Unebenheiten weggemeisselt worden sind, kommen verdünnte Säuren, Schwefel- und Salzsäure als Beize zur Anwendung; hierbei findet eine Entwicklung von Wasserstoff resp. Kohlenwasserstoff statt, welcher stets mit unerheblichen Mengen von Schwefel- und Arsenwasserstoff verbunden ist, weil, wenn auch das Eisen arsenfrei ist, die rohen Säuren stets arsenhaltig sind.

Nach der Beize wird durch **Schleifen** mit scharfem Sande und nachherigem Smirgeln der blossgelegte Kohlenstoff weggeschafft, eine Manipulation, die wegen der Staubbildung um so beachtungswerther ist, als sie meist ohne Anfeuchtung geschieht. Man schwenkt dann die Gefässe mit einer Lösung von Natriumcarbonat- oder Wasserglaslösung, um das Anhaften des Emails beim Einbrennen zu befördern. Dieses wird nach dem Trocknen durch Schwenken aufgetragen, worauf das Erhitzen der Gefässe in Muffelöfen folgt; hierbei entweicht unter Blasenaufwerfen Kohlensäure und Kohlenoxyd; erst nach Aufhören dieser Erscheinung setzt man die Gefässe der vollständigen Schmelzhitze aus. Ist eine gleichmässige Oberfläche entstanden, so folgt ein vorsichtiges Abkühlen in Kühlöfen, um Haarrisse im Email zu vermeiden, die man leicht erkennt, wenn man das Email zuerst mit angesäuertem Wasser und dann nach dem Ausspülen mit Wasser in einer verdünnten Lösung von Ferrocyankalium behandelt; es geben sich dann die Haarrisse als dunkelblaue Linien (Bildung von Berlinerblau) zu erkennen.

Unter den metallischen Glasuren ist die bleifreie Zinnglasur von reinem Zinnoxyd unter Zusatz von Borax, Feldspath, Flussspath und Soda die beste, da sie den Säuren am kräftigsten widersteht, selbst für Pumpenröhren in sauren Grubenwässern geeignet und auch weniger dem Reissen unterworfen ist.

Zinkhaltiges Email zersetzt sich leicht und ist deshalb zu verwerfen; bleihaltiges Email ist im Allgemeinen in sanitärer Beziehung als schädlich zu betrachten, obgleich es noch häufig, namentlich bei den belgischen Gusseisenwaaren, vorkommt, welche sich äusserlich wegen ihrer schönen blauen Glasur auszeichnen und daher vielfach im Verkehr vorkommen. Es gibt Gefässe dieser Art, in welchen sich nach einstündigem Kochen mit 1 Liter Essig, der nur 3% Essigsäure enthält, 15 Mgrm. Blei auflösen. Jedes Email ist aber stets zu verwerfen, bei welchem ein Essig mit 6% Essigsäure Blei nachzuweisen vermag; dies geschieht am zuverlässigsten durch Einleitung von Schwefelwasserstoff in die saure Lösung. Enthält das Email Phosphorsäure, so rührt diese von der Knochenasche her; statt dieser benutzt man nicht selten die arsenige Säure, weil sie billiger, leichtflüssiger ist und das sogenannte Spiegelweiss erzeugt; gewöhnlich wird sie erst mit der Fritte, d. h. mit einer glasartigen, dem gewöhnlichen Krystallglase ähnlichen Masse zusammengeschmolzen, wobei die Arbeiter von den arsenikalischen Dämpfen ausserordentlich zu leiden haben; in einzelnen Fällen hat Verf. dadurch die Entstehung von Arsenintoxicationen beobachtet. Seltner verbindet sich das Arsen mit dem Blei zu arsensaurem Blei.

Das Email der Eisengusswaaren verdient dieselbe sanitäre Berücksichtigung wie das Zinngeschirr und die Verzinnung; es bedarf ebenso sehr einer gesetzlichen Regelung, um der willkürlichen Benutzung der Bleipräparate ein Ende zu machen; aber auch in diesem Falle befürchtet man, die Industrie d. h. das Interesse der Fabricanten zu schädigen und bedenkt nicht, dass Hunderte von Menschen durch diese ungerechtfertigte Rücksichtnahme Gesundheitsstörungen erleiden. Verf. hat sich vielfach mit diesem Gegenstande beschäftigt und den nachtheiligen Einfluss solcher Emailen nachgewiesen. Das schlechteste Email wird durch Zusammenschmelzen von Kali- oder Natronglas mit Bleiglätte und Knochenasche dargestellt.

Eine solche Emailmasse enthielt in 100 Th.:

Kieselsäure	43,48,
Bleioxyd	39,12
Phosphorsäure (an Bleioxyd gebunden)	3,51
Phosphorsaures Calcium	2,61
Kali	4,91
Natron	6,37
	100,00.

Ein solches Email springt beim Gebrauche in Küchen leicht ab, das Bleioxyd wird dadurch blossgelegt und löst sich dann um so leichter in sauren Flüssigkeiten auf.

Der Vortheil der Bleiglätte besteht nur in dem leichtern Schmelzen und in der Ersparung des Brennmaterials; gegen einen solchen pecuniären Vortheil soll und darf aber nicht die öffentliche Gesundheit zurückstehen.[11])

Das beste Email für Eisen ist Quarz, Soda, Borax, Magnesia oder borsaures Calcium und Magnesium nebst Thon; benutzt man Wasserglas, so überzieht man zuerst die Gefässe mit demselben, brennt dann ein, bestreut die Fläche mit Kieselsäure und brennt abermals ein, um ein unangreifbares Email zu erhalten.[12])

Beim Braten dürfen emaillirte Kochgeschirre niemals verwendet werden; zu häuslichen Zwecken, z. B. bei Bratpfannen von Eisenblech, genügt ein dünner Fettüberzug, wie er sich durch den Gebrauch von selbst bildet. Bei grossen Wasserbehältern für technische Zwecke kann Eisen nicht unvortheilhaft mit Theer überzogen werden.

Eisenverbindungen.

Eisenoxyd Fe_2O_3 kommt in der Natur als Eisenglanz, Rotheisenstein, Blutstein, rother Glaskopf vor. Künstlich stellt man es durch Glühen des Eisenoxydhydrats dar; bei der Darstellung der rauchenden Schwefelsäure aus dem Eisensulfat bildet es den Rückstand in der Retorte und heisst Caput mortuum oder Colcothar; bei der Darstellung der schwefligen Säure aus Schwefelkies bleibt es als sogenannter Ofenbrand zurück. Es findet eine grosse Verwendung in der Technik; so gebraucht man das gepulverte, krystallisirte Eisenoxyd als Polirmittel in der Stahlindustrie (Blutstein, Englischroth, rother Smirgel, Schleifroth), ferner als Schleifmittel bei den Patent-Streichriemen und zum Poliren der Spiegel. Das amorphe Eisenoxyd dient zur Darstellung von Farben und Kitten (Patentmastix, Eisenmastix), zum Anstrich als Schutz gegen Rost, in der Porcellan- und Glasmalerei zur Darstellung von farbigen Glasuren. Eisenoxydhydrat $Fe_2(OH)_6$ ist das bekannte Antidot von Arsen.

Durch Verstauben von Eisenoxyd bei den erwähnten Gewerben können Staubkrankheiten, d. h. chronische Lungenleiden, entstehen. *Zenker*[13]) hat die durch Eisenstaub entstehende Lungenkrankheit Siderosis pulmonum (σιδηρος, Eisen) genannt und sie zuerst bei einer 31jährigen Arbeiterin beobachtet, welche 7 Jahre in einer Fabrik beschäftigt war, in welcher Büchelchen von rothem Fliesspapier für Blattgold angefertigt wurden. Man gebraucht aber hierzu nicht Englischroth, sondern den gewöhnlichen Röthel, welcher wegen seines Thongehalts glättet und nur 5—6% Eisenoxyd enthält. Dies Glätten ist nothwendig, damit ein Anhängen des Goldes verhütet wird; man wählt grade diese rothe Farbe, weil dadurch das Gold nicht beeinträchtigt wird. Die Arbeit des Glättens wird gewöhnlich durch Walzwerke vorgenommen. In dem von *Zenker* beobachteten und unter hektischen Erscheinungen tödtlich gewordenen Falle zeigte sich eine intensiv ziegelrothe Färbung des Lungengewebes und in beiden

Lungen nadelknopf- bis erbsengrosse, rundliche, derbe, gelblich-graue Knoten mit ziegelrothen Flecken durchsprengt; überall fanden sich grössere und kleinere, unregelmässig buchtige Cavernen mit zerklüfteten Wänden und mit bröckliger, graugelber und ziegelfarbiger Masse erfüllt. Auch die Innenfläche der feinen Bronchien bot ziegelrothe Flecke dar; nirgends wurden frische Tuberkeln gefunden.

Zenker fasst die Knoten als lobuläre, interstitielle Pneumonie auf. In 1000 Th. Lunge fand *Gorup-Besanez* 14,5 Th. Eisenoxyd; das Gesammtgewicht der Lunge betrug ca. 1500 Grm und die darin enthaltene Masse Eisenoxyd 21—22 Grm.

Bei einem 39jährigen Spiegelglas-Polirer, welcher 25 Jahre lang Polirer gewesen, seit dem 25. Lebensjahre beständig gehustet, in seinem 37. Lebensjahre an Pneumonie und Pleuritis gelitten und seit dieser Zeit beständig gekränkelt hatte, fand *Zenker* bei der Section ausser grauen Miliartuberkeln in beiden Lungen das zwischenliegende Gewebe mit ockerbraunen Zeichnungen und die Bronchial- und Trachealdrüsen mit Ockerflecken durchsetzt. Auch im Centrum der grauen Tuberkeln zeigten sich hier und da Eisenkörner.

Da das Poliren des Spiegelglases zwar durch Englischroth ausgeführt wird, aber stets nass geschieht, so ist der Sectionsbefund höchst auffallend. Immerhin ist dieser Eisenstaub um so beachtungswerther, als er nach den vorliegenden Erfahrungen keine Immunität gegen Lungentuberkeln gewährt, wie dies von der Kohle behauptet wird.

Eisenoxyduloxyd $FeO . Fe_2O_3$ kommt in der Natur als Magneteisen vor und ist der hauptsächlichste Bestandtheil des Hammerschlags. So sind auch die grossen, aus den Walzwerken hervorgehenden Eisenbleche meistens mit einem Ueberzuge von Eisenoxyduloxyd bedeckt; um sie davon zu befreien, müssen sie mit Sandsteinstücken abgerieben werden; hierbei erzeugt sich viel Eisenstaub, welcher ebenfalls Lungenkrankheiten hervorzurufen vermag. *Merkel*[14]) hat einen Krankheitsfall dieser Art bei einem 56jährigen Arbeiter beobachtet, welcher an einer chronischen Pneumonie litt und grauschwarze, eitrige Sputa auswarf, in denen sich mikroskopisch kleine, schwarze, theils freie, theils in Zellen eingeschlossene Eisenpartikelchen erkennen liessen.

Eisensulfat, Ferrosulfat, Eisenvitriol, Grüner Vitriol $FeSO_4 + 7H_2O$ wird im Grossen durch Verwitterung des Schwefelkieses, sehr häufig aber als Nebenproduct erhalten, z. B. bei der Alaunindustrie, bei der Gewinnung des Zinns aus den Abfällen des Weissblechs u. s. w. Die Darstellung der **Zinnbeize** fällt mit der der **essigsauren Eisenbeize** zusammen. Die Weissbleche werden zunächst unter Einwirkung von indirectem Dampfe in verdünnter Schwefelsäure gelöst; das hierbei abfallende Zinn dient zur Gewinnung der Zinnbeize, während die Flüssigkeit, das **Eisensulfat**, mit holzessigsaurem Calcium versetzt wird; es schlägt sich Gips nieder und das essigsaure Eisen bleibt in Lösung.

Diese Fabrication bietet ein sanitäres Interesse dar und ist für die Adjacenten belästigend, wenn man die bei der Auflösung des Blechs auftretenden Gase (übelriechende Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff und auch Arsenwasserstoff, wenn mit arsenikalischen, grünen Kupferfarben versehene Bleche benutzt werden) nicht in eine Feuerung leitet.[15])

Verwendung findet die essigsaure Eisenbeize in den Wollfärbereien.

Aluminium, Al.

Aluminium ist ebenso verbreitet wie Eisen und kommt am meisten als Silicat, als kieselsaure Thonerde und in Gemeinschaft mit andern Metallsilicaten vor. Zu seinen Sauerstoffverbindungen gehören der Rubin, Saphir, Korund und Smirgel, zu der Fluorverbindung der Kryolith und der Topas.

Die technische **Darstellung des Metalls** erfolgt durch Glühen von Aluminiumchlorid-Natriumchlorid mit Natrium. Man erhält als Nebenproduct nur Kochsalz.

Die Arbeiter haben besonders von der strahlenden Hitze zu leiden; sonst bilden sich keine schädlichen Dämpfe und der ganze Process verläuft rasch.

Verwendung hat das Aluminium bisher nur zur Anfertigung von Denkmünzen, Preismedaillen und Schmucksachen gefunden. Unter den verschiedenen Legirungen ist nur die Aluminiumbronze (90 Th. Kupfer und 10 Th. Aluminium) hervorzuheben, welche eine schöne goldgelbe Farbe hat und eine ausgedehntere Anwendbarkeit verspricht. Für die Industrie ist der Alaun und der Thon am wichtigsten.

Alaunindustrie.

Der **Alaun, Kaliumaluminiumalaun** $Al_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 24H_2O$ wird auf verschiedene Weise im Grossen dargestellt.

1) Kryolith wird in der Nähe von Kopenhagen und Hamburg (Harburg) verarbeitet, weil dort das Mineral leichter zu beziehen ist.

2) Alaunstein oder Alunit, der aus Kaliumalaun und Thonerdehydrat besteht, benutzt man im Kirchenstaat und Ungarn.

3) Alaunschiefer findet sich besonders in Deutschland, z. B. in der Oberlausitz, im Mansfeld'schen, namentlich in der Rheinprovinz, und liefert den meisten Alaun. Zu den Alaunerzen rechnet man a) den **Alaunschiefer**, welcher einen mit Braunkohle, Thon und Schwefelkies gemengten Schiefer darstellt; b) die **Alaunerde** ist ärmer an Kieselsäure und reicher an kohligen Bestandtheilen.

Man unterscheidet bei dieser Fabrication mehrere Processe: 1) die **Erzeugung von schwefelsaurer Thonerde** a) durch **Verwitternlassen an der Luft**. Gewöhnlich benutzt man dazu die Alaunerde und setzt sie in kleinern oder grössern Haufen zusammen. Durch die Oxydation geht Schwefelkies (FeS_2) schliesslich in Eisensulfat $FeSO_4$ und Schwefelsäure über; letztere dient zur Zersetzung des Aluminiumsilicats, des Thons und bildet schwefelsaure Thonerde (Aluminiumsulfat) $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$.

Man bringt die Alaunerze auf einen thonbestampften und gewöhnlich hoch gelegenen Platz, welchen man mit einem Gerinne zur Aufnahme der sogen. wilden Lauge umgibt. Zweckmässig ist es, die Haufen auf irgend eine Weise zu bedachen; in Folge des Oxydationsprocesses erhitzen und entzünden sich die Haufen oft von selbst, so dass Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt. Der ganze Process wird durch das Rösten befördert.

b) Dem **Röstprocess** werden namentlich die dichtern Alaunschiefer und in der Rheinprovinz auch die dichtern Alaunerden unterworfen, nachdem der Verwitterungsprocess vorhergegangen ist Man versetzt die Haufen mit so viel Brennmaterial, als zur Entzündung nothwendig ist.

Beim Röstprocesse ist es nicht zu vermeiden, dass sich die schweflige Säure mit den Verbrennungsproducten der organischen Substanzen in der nächsten Umgebung ausbreitet und für die benachbarten Ortschaften eine Quelle höchst unangenehmer Eindrücke wird. Es hält sehr schwer, diese Belästigungen vollständig zu beseitigen, da die Haufen gewöhnlich ziemlich entfernt von der Fabrik und zwar, wenn es ausführbar ist, auf Anhöhen liegen; die Dämpfe verbreiten sich daher auf eine Entfernung von 30—40 Minuten und müssen diejenigen Ortschaften vorzugsweise leiden, welche im Strichwinde liegen.

Die schweflige Säure übt wegen ihrer grossen Verdünnung keinen bemerkbaren nachtheiligen Einfluss auf die Vegetation aus, nur in der nächsten Nähe der Halden leidet das kleine Buschwerk am meisten durch Hitze; die Säure ist aber stets mit den Verbrennungsproducten der organischen Körper und daher mit unangenehmen Riechstoffen verbunden. Ableitungen der Dämpfe in das Feuer des Dampfschornsteins würden wegen der Entfernung der Halden sehr lange Canäle und daher grosse Kosten erfordern. Am zweckmässigsten ist es, die Rösthalden mit Erdwällen zu umgeben, um zunächst die herrschenden Winde abzuhalten; dann legt man von einem Erdwall zum andern Bretter, welche mit Mutterlauge getränkt werden; auf die Bretter häuft man Reisbündel, welche man mit ausgelaugtem Erz bestreut. Durch die Aufnahme der schwefligen Säure verwandelt sich dasselbe zuerst in schwefligsaure und allmählig in schwefelsaure Thonerde. Der Betrieb sistirt vom Ende December bis Ende März und beginnt erst bei wärmerer Witterung, grade zu einer Zeit, wo der Genuss der frischen Luft durch die Nähe der Rösthalden sehr beeinträchtigt werden kann.

2) **Das Auslaugen der verwitterten oder gerösteten Alaunerze.** Dasselbe geschieht in gemauerten Cisternen, welche gewöhnlich terrassenförmig angelegt sind. Gips, kohlensaure Erden, Ferrisulfat und Ferrosulfat scheiden sich aus, während Aluminiumsulfat wegen seiner Leichtlöslichkeit stets gelöst bleibt; Ferrosulfat ist meist so reichlich vorhanden, dass es zu Gute gemacht werden kann.

3) Durch **Eindampfen** in Pfannen befördert man die Concentration der Lauge.

4) Durch Zusatz von Kaliumsulfat zur heissen Mutterlauge gewinnt man **Kaliumaluminiumalaun** ($Al_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 24H_2O$), durch Zusatz eines entsprechenden Natrium- oder Ammoniumsalzes **Natriumalaun** ($Al_2(SO_4)_3 + NaSO_4 + 24H_2O$) oder **Ammoniumalaun** ($Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2SO_4 + 24H_2O$).

Der Alaun schlägt sich als krystallinisches Pulver, als Alaunmehl nieder, das durch Waschen und Umkrystallisiren in den krystallisirten Alaun des Handels übergeführt wird.

Bei der ganzen Fabrication sind es nur der Verwitterungs- und der Röstprocess, welche mit Rücksicht auf die Nachbarschaft einer sanitätspolizeilichen Ueberwachung bedürfen.

Fictilindustrie.

Verbindungen der Kieselsäure mit der Thonerde (Aluminiumoxyd Al_2O_3), **Aluminiumsilicate**, kommen in grosser Verbreitung vor. Eine sehr wichtige Verbindung dieser Art ist Kaolin und Thon, welche beide durch Zersetzung des Feldspaths entstanden sind; letzterer ist entweder Kalifeldspath (Orthoklas) oder Natronfeldspath (Albit), also eine Doppelverbindung von Aluminiumsilicat mit Kalium- oder Natriumsilicat. Porcellanthon ist reines Kaolin ($Al_2(SiO_3)_3 + H_4Al_2O_5$) und dient in Verbindung mit Feldspath zur Darstellung des Porcellans. Durch eine geringere, nicht bis zur Weissgluth gesteigerte Hitze erhält man eine mehr poröse Masse, Fayence.

Nach der Beschaffenheit und Bearbeitung der Materialien unterscheidet man bei der Fictilindustrie **Thonwaaren** und **Steinwaaren**; beide zerfallen wieder in unglasirte und glasirte Waaren.

A. Thonwaaren.

Die Töpferkunst oder Keramik gehört zu den ältesten Gewerben, da die Töpferscheibe in den frühesten Urkunden vorkommt und den Assyriern und Babyloniern schon bekannt war.[1])

I. **Die unglasirten Thonwaaren.** Hierher gehören die gewöhnlichen und feuerfesten Ziegel, die Terra cotta, die Thonpfeifen, der Alcarrazas, die lackirten Siderolithe.

Ziegelfabrication. Das hierzu gebräuchliche Material ist sehr verschieden. Je mehr die verschiedenen Thonarten dem Feuer widerstehen können, desto geeigneter sind sie für die Ziegelfabrication; je reicher dieselben aber an Calciumcarbonat sind, desto mehr nimmt auch ihre Festigkeit ab, da ein kalkhaltiger Thon nach dem Brennen Wasser anzieht.

Den ausgegrabenen Thon lässt man längere Zeit an der Luft liegen, setzt ihn auch gern dem Frost aus, damit er beim Aufthauen um so mehr aufgelockert wird. Dies Einsumpfen des Thons in Gruben bezweckt ein Weichwerden des Thons und das Durchtreten eine Mischung desselben, sowie die Entfernung von harten Körpern, z. B. Kieselgerölle und Kalknieren. Diese Arbeit wird aber gegenwärtig meist durch Maschinen verrichtet; dadurch ist ein grosser sanitärer Nachtheil in Wegfall gekommen, da diese Arbeit zu den sehr anstrengenden gehörte und auch am leichtesten zu Erkältungskrankheiten Veranlassung gab, abgesehen von der Erschöpfung der Kräfte, die damit verbunden war.

Ein Schlämmen geschieht nur beim sandreichen Thon. Das Streichen oder Formen mit der Hand wird vielfältig schon durch Maschinenarbeit ersetzt. Das Brennen in Feldöfen oder Meilern schwindet immer mehr, weil man beim grössern Consum auch zweckmässigere Einrichtungen einführen musste; gebraucht man Steinkohle als Brennmaterial bei den Feldziegeleien, was vorzugsweise der Fall ist, so wechselt eine Schicht der eingesetzten Steine mit einer Schicht Kohle; die in den Feuercanälen befindlichen Steinkohlen werden angezündet, so dass sich das Feuer allmählig auf den ganzen Ofen ausdehnt. Der ganze Meiler wird mit einer Schicht Lehm bedeckt, während seitliche Luftlöcher dazu dienen, die Feuerung zu reguliren. Die Nachbarschaft eines solchen Feldofens ist belästigend, weil die Verbrennungsgase häufig einen sehr unangenehmen Geruch haben; die schweflige Säure kann als Verbrennungsproduct

übrigens nur zur Zeit der Blüthe der Cerealien und Obstbäume schaden. Glücklicherweise werden zu dieser Jahreszeit die Ziegelöfen fast niemals angezündet; hierin liegt auch der Grund, weshalb Klagen über Entschädigungen fast nie laut werden, denn späterhin wird die Vegetation weniger nachtheilig berührt. Kurz nach dem Anzünden des Ofens treten ausser der schwefligen Säure noch Kohlensäure, Kohlenoxyd, sowie die Producte der trocknen Destillation der Kohle und des Thons, Sumpfgas, schwerer Kohlenwasserstoff und Ammoniak auf; enthält der Thon fein zertheilten Schwefelkies, so ist die Menge der schwefligen Säure ganz bedeutend. Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure können im letzten Stadium der Verbrennung in Folge der Zersetzung der Chloride und Sulfate der Alkalien durch die Kieselsäure der kieselsauren Thonerde entstehen und wenigstens theilweise als Dampf entweichen.[2])

Die Ziegelbrennöfen haben ebenfalls eine verschiedene Construction, je nachdem man Holz oder Steinkohlen als Brennmaterial benutzt. Unter den continuirlichen Brennöfen hat der ringförmige Ziegelofen von *Hoffmann* und *Licht* eine grosse Verbreitung gefunden; sein Vortheil beruht in der möglichst vollständigen Ausnutzung des Brennmaterials.

Die sanitären Verhältnisse bei den Ziegeleien sind in Bezug auf die damit verbundene grosse körperliche Anstrengung nicht günstig, namentlich wenn die meiste Arbeit noch in der Handarbeit besteht. Die Feuchtigkeit des Bodens, die Erhitzung bei der Arbeit, die Accordarbeit und die nicht immer ausreichende Ernährung vereinigen sich, um entweder den Grund zu fieberhaften Erkrankungen (Intermittens, Ruhr, Rheumatismus acutus u. s. w.) zu legen oder frühzeitige Erschöpfung der Kräfte herbeizuführen. Seitdem die Maschinen die übermässigen Anstrengungen der Arbeiter übernehmen, ist zwar in mancher Beziehung die Stellung derselben eine bessere geworden, immerhin ist jedoch die Art der Arbeit, die Einwirkung des Witterung-Wechsels, das Wohnen in schlechten Hütten geeignet, die Constitution zu zerrütten. Schmerzhaftigkeit der Handwurzelgelenke, Varicen und Hernien finden sich nicht selten als äussere Uebel, welche hier in den Vordergrund treten.

Einer besondern sanitätspolizeilichen Ueberwachung bedürfen die Abtragejungen, welche die geformten Steine nach dem Trockengerüste tragen; sind sie erst 10—11 oder 12 Jahre alt, so kann die mit dieser Arbeit verbundene Anstrengung nicht ohne die nachtheiligsten Folgen bleiben; es sollte daher nicht gestattet werden, Knaben unter 14 Jahren zu dieser Arbeit zuzulassen, es sei denn, dass ein ärztliches Zeugniss ihre Leistungsfähigkeit ausweist.[3])

Dachziegelbrennerei. Bei der Fabrication der Dachziegel darf kein schlechter Thon genommen werden; man bedient sich zum Mengen desselben gewöhnlich der Thonmühlen. Um den Dachziegeln eine graue, fast schwärzliche Farbe zu geben, lässt man grüne Erlenzweige in Brennöfen zur Zeit der grössten Gluth verbrennen, um einen starken Rauch zu erzeugen und den Absatz der Kohle in die poröse Ziegelmasse zu bezwecken.

Hohlziegeln und Drainröhren werden mittels Maschinen dargestellt.

Feuerfeste Steine, Chamottesteine. Man benutzt dazu einen Thon, der reich an Kieselerde und Thon, aber arm an Kalk, Eisenoxydul und Alkalien ist. Häufig vermischt man auch den Thon mit gebranntem Thon (Chamotte), mit Sand, Kohle und Koks, wobei das trockne Zerkleinern sehr zu beachten ist. Hierher gehören auch die verschiedenen Schmelztiegel, die Graphittiegel, die englischen Tiegel u. s. w.

Terra cotta-Waaren sind Gegenstände von gelb- oder rothgebranntem Thon, die in Gipsformen dargestellt und in Fayence-Oefen hart gebrannt werden.

Pfeifenthon dient zur Darstellung der thönernen Pfeifen. Beim Glätten der geformten Pfeifen, das durch einen Achat oder Feuerstein bewirkt wird, entsteht ein feiner, sehr beachtenswerther Staub.

Pastellstifte werden aus Pfeifenthon mit verschiedenen Deckfarben unter Zusatz von Schellackfirniss und Traganthschleim dargestellt. Die Hauptsache beruht hierbei in sorgfältigem Mahlen der Bestandtheile in Breiform auf besondern Mühlen; zu bedenken ist dabei, dass auch giftige Farben, wie Auripigment, Bleiweiss u. s. w. benutzt werden.

Alcarrazas sind sehr poröse Kühlkrüge, die ihren flüssigen Inhalt aussickern lassen, wodurch eine starke Abkühlung entsteht.

Ferrolith oder **Siderolith** sind nur Thonwaaren, die namentlich in Böhmen fabricirt werden; statt der Glasur haben sie einen gefärbten oder bronzirten Firnissüberzug. Meist stellt man Luxusgegenstände, Blumenvasen, Leuchter, Becher, Fruchtkörbe, Schreibzeuge u. s. w. dar. Bernsteinfirniss dient zum Anrühren der Farben und Bronze, während mit Terpentinöl oder Leinöl verdünnt wird. Das Auftragen geschieht mittels eines Pinsels und wird die Waare in Muffeln bis zur Verdunstung der ätherischen Dämpfe gebrannt.

Die sanitären Massnahmen haben das Auftreten der ätherischen Dämpfe, den Gebrauch der verschiedenen Farben und Bronzen zu berücksichtigen.

II. Die **glasirten Thonwaaren** 1) mit durchsichtiger Glasur a) auf röthlichem oder gelblichem Thongrunde. Hierher gehört das **gewöhnliche Töpfergeschirr**, welches wegen seines vielseitigen Gebrauchs um so mehr Beachtung verdient, als die Glasur desselben trotz aller Warnungen noch immer bleihaltig dargestellt wird. Es wird meist der gewöhnliche Töpferthon und Thonmergel dazu benutzt; obgleich derselbe vielfach verbreitet ist, so sind es doch bestimmte Gegenden, welche sich mit dieser Fabrication vorzugsweise beschäftigen. Der gemeine Töpferthon wird gewöhnlich für die Weisstöpferei benutzt, während das Bunzlauer und Waldenburger Geschirr aus feuerbeständigem Thon dargestellt und zur Brauntöpferei gerechnet wird.

Ist der Thon zu fett, so wird er noch mit Sand, Feuerstein, Kreide oder Chamotte vermischt. Um eine gleichmässige Masse zu erzielen, muss dieselbe längere Zeit in einer Grube eingeweicht und namentlich während des Winters dem Froste ausgesetzt werden. Das **Mengen** des Thons geschieht noch vielseitig durch Treten mit den Füssen, eine sehr anstrengende und durch die Feuchtigkeit leicht Rheumatismen bedingende Arbeit; trotzdem wird diese Methode noch immer dem Umschaufeln oder dem Mahlen in Thonmühlen vorgezogen.

Die Waaren werden auf den bekannten Töpferscheiben geformt; dann folgt das **Trocknen** und **Brennen** meist mit Glasur. Zum Brennen bedient man sich der sogen. Casseler Oefen; die Flamme des Feuerherdes liegt seitlich und schlägt durch die Oeffnungen der Seitenwand, welche aus losen, nicht gebrannten Mauersteinen besteht, auf die in einem langen, dunklen Seitenraum aufgestellten Waaren. Beim Einsetzen derselben kommt das qualmende Petroleumlicht mit in Betracht, das namentlich an dunklen Tagen hierbei benutzt werden muss; Schwarzspucken ist nicht selten die Folge des eingeathmeten Russes.

Glasiren. Das hauptsächlichste Material zur Glasur der Töpferwaaren ist der **Bleiglanz** (Bleisulfid PbS), welcher auf einer Handmühle mit Steinen fein gemahlen und mit Lehm (Thon und Sand) gemengt wird. Schon dieser Act ist in sanitärer Beziehung wichtig, weil jede Vorsicht dabei ausser Acht gelassen und an die Verhütung der Staubbildung kaum gedacht wird; ein Anfeuchten würde hier ganz zulässig sein und vielen Gefahren vorbeugen.

Das Glasiren geschieht durch Eintauchen, Begiessen oder Bestäuben, wenn die Waare lufttrocken ist. Die Methode des Eintauchens empfiehlt sich in sanitärer Beziehung nicht, weil die Arbeiter ihre Hände beständig mit der bleihaltigen Glasurbrühe in Berührung bringen; es ist übrigens bei Töpferwaaren nicht gebräuchlich.

Das Bestäuben ist noch gefährlicher, indem man hierbei das Bleiglanzpulver über das frisch geformte Geschirr beutelt, wodurch sehr viel Bleistaub erzeugt wird.

Das Glasiren durch Begiessen schliesst für die Arbeiter noch die geringste Gefahr in sich, wenn sie nicht unnöthigerweise mit der Glasurbrühe in Berührung kommen. Beim Glasiren sind überhaupt alle Vorsichtsmassregeln wie in Bleiweissfabriken zu treffen.

Beim Brennen der Geschirre findet ein Rösten des Bleiglanzes statt; der Schwefel entweicht als schweflige Säure und zwar oft in belästigender Weise; das entstandene Bleioxyd bildet mit der Kieselsäure und der Thonerde ein Blei-Aluminiumsilicat, welches nur bei sehr sorgfältiger Darstellung in den im täglichen Leben vorkommenden Säuren, namentlich im Essig, nicht löslich ist.

In den meisten Glasuren findet sich aber noch auflösliches Bleioxyd, welches vom Essig leicht aufgenommen wird, zumal wenn die Glasur Risse oder Sprünge bekommen hat. Aus dieser Ursache verdienen die Töpferwaaren die grösste sanitäre Beachtung.

Der Einwand, dass ein vollständiges Brennen der Waaren solche Gefahren beseitigen würde, ist zwar richtig; wer liefert aber dem Käufer derselben die Garantie, dass dieses geschehen ist? Die vielfachen Vorschläge, bleifreie Glasuren herzustellen, sind fruchtlos geblieben, obgleich sich **Wasserglas**, namentlich im Verein mit **borsaurem Calcium**, ganz vorzüglich hierzu eignen würde. Der Hauptgrund liegt darin, dass man eine möglichst leichtflüssige Glasur herzustellen sucht, weil dies Thongeschirr wegen der Leichtschmelzbarkeit seiner Masse nur ein schwaches Feuer braucht und man die Productionskosten durch eine Glasur, welche schwieriger als Blei schmilzt und überhaupt nicht so leichtflüssig wie die Masse ist, nicht vermehren will.[4])

Da noch kein Staat die Anwendung der Bleiglasur bei den Töpferwaaren verboten hat und man in dieser Beziehung jeder Gefahr ausgesetzt ist, so sollte man wenigstens in den Haushaltungen das gemeine Töpfergeschirr erst dann benutzen, wenn man dasselbe mit Essig behandelt hat, um das auflösliche Bleioxyd zu entfernen.

b) Als Thonwaaren mit durchsichtiger Glasur auf weissem Grunde sind die sogen. **Wedgwood-Waaren** zu betrachten.

Sie kamen zuerst als „Earthware" in den Handel; ihre Glasur ist in der Regel weit besser eingebrannt als beim gemeinen Töpfergeschirr, aber nicht in allen Fällen zuverlässig, namentlich bei den deutschen Waaren.

2) Glasirte Thonwaaren mit undurchsichtiger Glasur. Die **Fayence**, das **englische Steingut**, hat den Namen von der Stadt Faënza im Kirchenstaate erhalten, wo die Fabrication der Fayence-Gefässe ganz besonders im Schwunge war. Die Thonwaaren, welche hierher zu rechnen sind, bestehen aus einer porösen, erdigen, an der Zunge hängenden, undurchsichtigen und wenig klingenden Masse; sie werden aus plastischem Thon (feuerfestem Thon) oder aus einem Gemenge von diesem und gemeinem Töpferthone (Walkererde) angefertigt, aber nicht bis zu hoher Weissgluth erhitzt. Wegen der porösen Beschaffenheit bedürfen sie einer Glasur, wenn sie zu Geschirren verarbeitet werden.

Die **feine Fayence**, **Halbporcellan**, besteht in der Hauptsache aus plastischem Thon mit Zusatz von gemahlenem Quarz oder Feuerstein, Kaolin oder Feldspath. Die Masse wird fast weiss gebrannt und erhält eine durchsichtige Glasur.

Die gemeine emaillirte Fayence besteht aus einem Gemenge von Töpferthon oder plastischem Thon, Kalkmergel oder Quarz und Quarzsand. Der Gehalt der Masse an Calciumcarbonat ist charakteristisch: die gargebrannte Fayence braust nämlich, mit Säuren übergossen, auf. Ihr Gefüge ist locker und erdig, durch den Eisenoxydgehalt aber stark gelb gefärbt: sie bedarf daher einer undurchsichtigen Glasur, eines Emails, dessen Bestandtheile zwar varriiren, aber neben Feuerstein, Schwerspath, Alkalien (Soda), Borax und Thonerde stets aus Zinnoxyd und Bleioxyd (Bleiweiss, Bleiglätte, Mennige) bestehen. Sie werden zu einem Glase geschmolzen, sehr fein gemahlen und zu einem dünnen Brei angerührt.

Die Manipulationen mit den Bleipräparaten erfordern stets die nothwendigen Vorsichtsmassregeln; sie repräsentiren in der Fictil-Industrie noch immer in sanitärer Beziehung den gefährlichsten Act, da das Vermischen stets einen gefährlichen metallischen Staub erzeugt, wenn auch das spätere Mahlen bei gehöriger Anfeuchtung stattfindet. Die allgemeine Einführung des Calciumborats würde einen sanitären Fortschritt bezeichnen.

Das Brennen der Waaren geschieht wie beim Porcellan in Kapseln; der erste Brand ist aber, umgekehrt wie beim Porcellan, der stärkste. Die hartgebrannte Fayence wird dann mit der Glasur durch Eintauchen überzogen und zum zweiten Male nur schwach gebrannt.

Das Bemalen der Fayence geschieht wie beim Porcellan mit dem Pinsel, jedoch in weit einfacherer Weise. Für rosen- und purpurrothe Färbungen ist in England jetzt allgemein die Pink-colour (Nelkenfarbe) eingeführt, deren wesentlicher Bestandtheil die Zinnsäure ist, welcher Kreide, Kaliumchromat, Kieselerde und Thonerde zugesetzt wird; das färbende Princip ist das aus der Chromsäure durch Reduction während des Glühens entstandene Chromoxydul.

Die Flowing colours stellen die bekannten blauen Zeichnungen auf den grossen Waschgefässen, Tellern, Geschirren u. s. w. vor, welche gegenwärtig viel im Handel verbreitet sind. Hierzu gebraucht man eine Kobaltoxydulzeichnung, welche aufgedruckt wird; alsdann wird glasirt und in Kapseln glatt gebrannt, wobei man in Tiegeln Chloride aufstellt, die sich verflüchtigen und das blaue Kobaltchlorür $CaCl_2$ erzeugen. Ein solcher metallischer Anflug heisst Lüster; so unterscheidet man auch Gold-, Silber-, Platin-, Blei- und Kupferlüster.

Um den Gefässen äusserlich und innerlich einen gefärbten Ueberzug zu geben, bedient man sich eines Breies von fettem Thon und färbenden Metalloxyden; den auf denselben applicirten Abdruck von Zeichnungen bestäubt man mit fein pulverisirten Farben, deren Natur und Beschaffenheit man sehr zu berücksichtigen hat.

B. Steinwaaren.

I. **Unglasirte Steinwaaren.** Hierher gehören: 1) die weissen Waaren: Porcellanbiscuit, Parian, Lithophanien; 2) die farbigen Steinmassen: Chromolithe, Mosaikplatten, Fliesen von Mettlach und Minton.

II. **Glasirte Steinwaaren.** 1) Glasirte Steinwaaren mit gefärbter Glasur, Mauerfliesen. Diese Industrie stammt ursprünglich aus Holland; man benutzt dazu den gewöhnlichen Pfeifenthon, welcher wie die Porcellanerde behandelt wird.

Die Glasur wird aus Sand, Soda, Zinn- und Bleiasche dargestellt; nach dem Stampfen, Pulverisiren und Schlämmen des Glases geschieht das Glasiren durch Begiessen und ein zweites Brennen. Zum Bemalen, das diesem Brennen vorausgeht, gebraucht man Antimonoxyd. Die bunten Ofenkacheln werden in ähnlicher Weise behandelt.

2) Glasirte Steinwaaren durch Glasuranflug. Das **gemeine Steinzeug** besteht aus einem Gemenge von plastischem Thon, Sand und gemahlenen Scherben von gebranntem Steinzeug.

Auch hier wiederholen sich die schon oft erwähnten Processe, z. B. das Durcheinanderkneten des Thons, welches jetzt meist mit Erdmaschinen geschieht, aber auch bei dieser Industrie vor noch nicht vielen Jahren durch Treten mit den Füssen bewirkt wurde, so dass die Arbeiter oft tagelang im nassen Thonschlamm herumwateten. Das **Formen** auf der Drehscheibe ist an einzelnen Orten noch mit einer unnatürlichen, die Bauchorgane übermässig zusammenpressenden Stellung verbunden, so dass Obstipationen und Digestionsstörungen in solchen Fällen häufig auftreten. Geschieht das **Trocknen** in besondern Trockenräumen, so ist es keineswegs bedenklich, wohl aber, wenn beim Hausbetrieb jeder Wohnraum dazu benutzt und mit dem feuchten, unangenehmen Erdgeruch erfüllt wird, während sich im Sommer ein starker Staub entwickelt, der sich überall ablagert und leicht aufgewirbelt wird. Als Folge des inhalirten, aus kieselsaurer Thonerde bestehenden Staubes entwickelt sich auch hier die ganze Reihe von Brustleiden, die bei Schleifern, Steinhauern u. s. w. entsteht. Acute entzündliche Leiden und chronisches Emphysem, Lungenblutungen und Lungenschwindsucht beobachtet man beim Betriebe der Kannenbäckerei ebenso oft wie bei den Arbeitern in Porcellanfabriken, da gleiche Ursachen obwalten.

Einer eigentlichen Glasur bedarf das Steinzeug nicht, da beim Brennen eine Verglasung eintritt; um der Waare aber ein besseres Ansehen zu geben, wendet man das Glasiren durch Verflüchtigung an, indem man gegen das Ende des Brandes Kochsalz in den Brennofen wirft. In dem Gewölbe des liegenden Ofens befinden sich mehrere Oeffnungen, durch welche dies Einwerfen geschieht.

Das Kochsalz wird bei Gegenwart von Wasser durch die Kieselsäure in Salzsäure und Natrium zersetzt; letzteres verbindet sich mit der Kieselsäure. Die Glasur besteht somit aus kieselsaurem Thonerde-Natrium und ist in jeder Beziehung ungefährlich. Die Manipulation hat aber an und für sich ein sanitäres Interesse;

die Salzsäure entwickelt sich nämlich in den meisten Fällen ganz frei und verbreitet sich durch die offenen Gebäude, in welcher die ungenügend geschlossenen Oefen liegen, oder durch die niedrigen Schornsteine in die nächste Umgebung, wo sie namentlich bei feuchter und trüber Witterung am Boden lagert und nicht nur für die Menschen belästigend ist, sondern auch auf die Vegetation höchst schädlich einwirkt; dies ist besonders zur Blüthezeit der Obstbäume der Fall. Wirkten in dieser Periode die salzsauren Dämpfe ein, so wird jede Hoffnung auf Ernte vernichtet und die schönste Blüthenpracht geht zu Grunde. Bei Cerealien ist zur Zeit der Blüthe dasselbe Schicksal zu erwarten; die Körnerentwicklung bleibt ganz aus. Nach dem Einbringen des Kochsalzes verschliesst man zwar die Oeffnungen des Ofens einige Zeit lang; in der Regel geschieht dies aber auf eine so unvollständige Weise, dass der Verflüchtigung der salzsauren Dämpfe dadurch kein Hinderniss entgegengesetzt wird. Es ist absolut erforderlich, hohe Schornsteine zu errichten, damit die sauren Gase mehr verdünnt in eine höhere Luftschicht gelangen; um so nothwendiger wird dies sein, wenn man nach dem Eintragen des Kochsalzes Birkenrinde in das Feuer wirft, um durch die russigen Verbrennungsgase verschiedene kastanienbraune oder graubraune Färbungen der Glasur zu erzielen.[5])

3) Glasirte Steinwaaren mit durchsichtiger, ungefärbter Glasur. Hierher gehört das eigentliche Porcellan und das weiche Fritt- und Knochenporcellan. Porcellan unterscheidet sich von der Steinmasse nur durch die weisse Farbe und durch einen geringern Gehalt an Eisenoxydul und Natron.

Hartes Porcellan. Es stellt eine klingende Masse dar und besteht aus Kaolin, dem Flussmittel, (welches in Berlin aus Feldspath, in Frankreich und Belgien aus weissem Sande und Gips besteht), und der Glasur. Die Zubereitung der Porcellanmasse gehört zu den technisch wichtigsten Acten und hat auch ein sanitäres Interesse, denn die Flussmittel müssen zerkleinert werden; ausserdem wird der Sand in einem besondern Ofen geglüht, wobei alle bei der Glasfabrication bereits erwähnten Nachtheile eintreten.

Bei der Verwendung des Feldspaths erzeugt sich Staub, wenn er zwischen Walzen grob pulverisirt wird; das Mahlen geschieht auf Mühlen unter Mitwirkung von Wasser. Aehnlich wird der Sand und Gips gemahlen; auch das Vermischen der Materialien geschieht im breiigen Zustande in grossen Kufen.

Das Trocknen der breiartigen Masse des Feldspaths und Kaolins geschieht nach dem Abmessen, Mengen und sorgfältigen Umrühren im Sommer an der Luft, im Winter durch Wärme, Absorption oder verdünnte Luft; das Pressen wird in hanfenen Säcken durch Hebelpressen bewirkt.

Das Faulenlassen oder Rotten der Masse, das in grossen Behältern in Kellern vorgenommen wird, wird belästigend, wenn unreines, an organischen Bestandtheilen reiches Wasser benutzt wird, das dann bei einem Gehalt an Gips Veranlassung zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff gibt. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist aber die Menge desselben nicht bedeutend und wirkt nicht nachtheilig auf die Arbeiter ein; nur beim Ablassen dieses Wassers ist darauf Bedacht zu nehmen, dass es sich nicht in Schlinggruben ansammelt.

Hierauf folgt das Trocknen, Spalten der Masse in Späne und Zusammenkneten zu Ballen. Das Formen der Porcellanmasse wird durch die Töpferscheibe oder besondere Formen von Gips, Messing oder Kupfer bewirkt. Auf das Trocknen und Verglühen der geformten Porcellanmasse folgt das Glasiren.

Die **Porcellanglasur** gehört zu den Erdglasuren, zu denen man leicht schmelzbare Sätze: Kieselerde, Thonerde und Alkalien, oder ein Gemisch von Kaolin, Quarzmehl, Gips und pulverisirten Porcellanscherben benutzt.

Das Glasiren geschieht durch Eintauchen (s. Töpfergeschirr) der schwach gebrannten oder verglühten Porcellanmasse in die mit Wasser gemahlene Glasurbrühe, welche die Consistenz einer Kalkmilch hat; wenn der Ueberzug getrocknet ist, muss der Glasirer die noch vorhandenen Unebenheiten mittels eines Pinsels ausgleichen. Dieser einfache Process ist erfahrungsgemäss für die Arbeiter höchst gefährlich, weil sich hierbei ein feiner Staub bildet, der durch seinen Gehalt an Silicaten höchst verderblich für die Respirationswege

ist. Nicht selten werden Glasirer, welche mit kräftigster Constitution diese Arbeit beginnen, nach einigen Jahren von der Lungenschwindsucht hinweggerafft; man sollte daher diese Arbeit niemals ohne vor Nase und Mund gebundene Schwämme verrichten lassen und mit der grössten Strenge diese Massregel zur Durchführung bringen. Die Gleichgültigkeit der Arbeiter darf nie die Fabricanten bestimmen, von strengen Massregeln Abstand zu nehmen; Jeder, der sich nicht den sanitären Anforderungen fügt, muss aus der Arbeit entlassen werden. Es ist Aufgabe der Fabrikärzte und Fabrikinspectoren, diesem anscheinend geringfügigen Acte die grösste Sorgfalt zu widmen und auf Abhülfe der sanitären Schäden hinzuwirken.

Die Folgen des eingeathmeten Thonstaubes hat man bekanntlich mit Aluminosis pulmonum bezeichnet; dieser Name entspricht nicht ganz der Sache, da es weniger die Thonerde, das Aluminiumoxyd, ist, welche die Krankheit erzeugt als die Kieselsäure, die überall, in welcher Form sie auch auftreten mag, ihre bestimmten Opfer fordert, wenn man dem Eindringen derselben in die Respirationswege keinen Damm entgegensetzt.

Beim eigentlichen Brennen werden die geformten Gegenstände durch Kapseln oder Casetten vor der Verunreinigung durch Flugasche u. s. w. geschützt und ausserdem noch auf einer Platte von Kapselmasse (Pumpse) placirt*).

Das **Brennen des Porcellans** geschieht in aus feuerfesten Steinen angefertigten Porcellanöfen, die schon seit anderthalb Jahrhunderten dieselbe cylindrische, mit 3 Gewölben und einem Schornstein versehene Gestalt haben. Statt des frühern Holzfeuers bedient man sich gegenwärtig an vielen Orten des Leuchtgases zur Feuerung. Nach dem Verglühen oder Vorfeuer folgt das **Scharffeuer** oder **Glattbrennen** der glasirten Porcellanmasse.

Porcellanmalerei. Die meisten Porcellanfarben sind Muffelfarben, d. h. sie werden auf die Glasur aufgetragen und in einer Muffel im sogenannten Muffelofen besonders eingebrannt. Scharffeuerfarben (Uran-, Kobalt-, Chrom-, Mangan-, Eisen- und Titanoxyd) trägt man unter der Glasur auf und verschmilzt sie mit derselben. Schmelzfarben erhalten erst nach dem Zusammenschmelzen mit dem Flussmittel (Kieselsäure, Borsäure, Bleioxyd) ihre Farbe; die Frittefarben bedürfen eines vorhergehenden Frittens, d. h. eines unvollständigen Schmelzens.

In sanitärer Beziehung ist noch zu erwähnen, dass alle Farben mit Terpentin- und Lavendelöl aufgetragen werden; die Arbeitsräume sind mit dem Dunst dieser Oele beständig angefüllt (s. Terpentinöl S. 648).

Die Vergoldung von Porcellan geschieht auf der Glasur. Königswasser dient zur Lösung des Goldes, wobei die sich entwickelnden Chlordämpfe wohl zu beachten sind. Bei einem Chemiker, der an grauem Staar litt und sich viele Jahre lang mit dieser Lösung beschäftigt hatte, lag es nahe, die langsame Entstehung dieses Leidens auf seine langjährige Beschäftigung zurückzuführen. Das Gold wird aus seiner Lösung durch salpetersaures Quecksilberoxydul oder Oxalsäure gefällt und das Präcipitat mit dem Flussmittel (Bismuth. subnitr.) innig gemischt (s. Vergoldung).

Frittenporcellan, weiches Porcellan. Das französische oder eigentliche Frittenporcellan wird aus Fritte (einer glasartigen Masse), Mergel und Kreide ohne Zusatz von Kaolin bereitet und mit bleihaltiger Glasur versehen. Die Materialien werden zwar als feiner Brei gemahlen, dann aber getrocknet und abermals pulverisirt, wobei ein gefährlicher Staub auftritt. Das trockne Pulverisiren könnte vermieden werden, da die Masse doch später mit Seifen- oder Leimwasser versetzt wird. Das Glasiren geschieht durch Begiessen nach dem Garbrennen in Kapseln. Der Bleigehalt der Glasur ist durch eine Auflösung von Schwefelleber leicht nachzuweisen.

Zum englischen Porcellan benutzt man Thon, Feuerstein und Knochenasche. Die Glasur ist ebenfalls bleihaltig und wird nach dem Garbrennen der Masse durch Eintauchen aufgetragen. Da das Porcellan leicht rissig wird und die Risse die Bleitheile der Glasur blosslegen, so kann sich der Bleigehalt den Flüssigkeiten, welche in den betreffenden Gefässen aufbewahrt werden, leicht mittheilen.

---

*) Die Kapseln sind hier in sanitärer Beziehung hervorzuheben, da sie aus feuerfestem Thon und zerkleinerten Kapselscherben bereitet werden. Auch diese Manipulation verdient wegen der Staubbildung weit mehr Aufmerksamkeit, als ihr bisher gewidmet worden, da es sich um die Einathmung der gefährlichen Silicate handelt.

Ultramarin-Industrie.

Früher wurde die bekannte schöne Farbe, das Ultramarin, aus dem in der Natur frei vorkommenden Lasurstein (Lapis Lazuli) dargestellt, bis man durch die Forschungen über die chemische Zusammensetzung dieses Naturproducts auch die künstliche Darstellung von Ultramarin kennen lernte; indessen herrscht auch gegenwärtig noch bei keiner Fabrication mehr Geheimnisskrämerei als in den Ultramarinfabriken.

Im Ganzen unterscheidet man 3 Methoden der Darstellung: 1) das Sulfat-Ultramin wird aus Kaolin, Natriumsulfat und Kohle dargestellt.

Die Materialien werden kräftigst durcheinander gemischt und dann in kleine Hafen von feuerfestem Thon gebracht, welche ähnlich wie die kleinen Porcellanöfen construirt sind. Man steigert die Temperatur bis zur hellen Rothglühhitze.

Bei diesem Processe entwickelt sich in Folge der Zersetzung des Natriumsulfats viel Kohlensäure, da das Natriumsulfat durch die Kohle unter Bildung von Kohlensäure zu Schwefelnatrium Na_2S reducirt wird:

$$Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2.$$

Im Hafen bleibt eine graue bis gelbgrüne gesinterte Masse, welche wieder abgewässert wird, bis das Ultramarin eine lockere, poröse Masse darstellt, welche auf Mühlen bis zur grössten Feinheit gemahlen wird. Fast niemals werden in Fabriken hierbei Vorsichtsmassregeln beobachtet und die Arbeiter sind in vollem Masse diesem verderblichen Staube ausgesetzt, welcher nach seiner Beschaffenheit dem Staube in den Porcellanfabriken sehr analog ist.

Das Pulver wird nochmals gewaschen und dann getrocknet; hiermit ist aber dieser Process noch nicht beendigt, sondern das trockne Pulver wird in besondern Mühlen nochmals gemahlen und gesiebt, wobei dieselben Nachtheile auftreten, wenn man den Arbeitern keinen Schutz gewährt. Das erhaltene Product heisst **grünes Ultramarin**, wird für sich nur als Tüncherfarbe benutzt und kann die Concurrenz mit den Kupferfarben nicht bestehen. Um das grüne Ultramarin in das blaue überzuführen, wird es mit Schwefel vermischt und bei niedriger Temperatur geröstet.

Dieses Röstverfahren wird jetzt fast allgemein in kleinen, über einem Feuerraum eingemauerten Cylindern ausgeführt: Oeffnungen an denselben dienen zum Eintragen des Schwefels. Die Cylinder sind mit einer Flügelwelle versehen, deren Axe in einer Oeffnung an der vordern und hintern Seite der Cylinder ruht. Durch das Drehen der Flügelwelle soll eine gleichmässige Erhitzung des eingetragenen grünen Ultramarins bewirkt werden.

Das Zugeben des Schwefels ist ein für die Arbeiter höchst nachtheiliger Act, da sie der vollen Einwirkung der schwefligen Säure ausgesetzt sind; man setzt gewöhnlich so lange Schwefel zu, bis das Product die gewünschte blaue Farbe zeigt.

Unter allen Umständen ist über den Cylindern ein Schornsteinbusen anzubringen, der mit einer kräftig ziehenden Esse in Verbindung steht: ebenso gut würde ein Exhaustor wirken, wenn die Verbindung mit der Esse nicht zu ermöglichen wäre. Um aber nicht die ganze Masse der schwefligen Säure nach aussen zu verjagen, müssten in den ableitenden Canälen geeignete Absorbentien für die schweflige Säure lagern, welche nach den örtlichen Verhältnissen auszuwählen sind. Liegt die Fabrik in einer Gegend, wo Alaunschiefer leicht zu beziehen ist, so ist dieser das geeignetste Absorptionsmittel. Eine Combination mit einer Schwefelsäure-Fabrik würde eine sehr zweckmässige Verwerthung der schwefligen Säure herbeiführen, obgleich in dieser Richtung kaum ausreichende Versuche angestellt worden sind; niemals darf man aber die schweflige Säure ohne Weiteres entweichen lassen.

Durch das Auswässern des fertigen Ultramarins gehen Natriumsulfat und Eisenoxyd in die Waschwässer über, welche in grössere Wasserläufe abgelassen werden können. Das ausgewaschene Ultramarin wird auf Mühlen mit Läufern präparirt und dann noch geschlämmt, wobei man gewöhnlich Porcellanerde zusetzt, um die verschiedenen Farbennüancen zu erzielen; auch die Schlämmwässer werden noch in besondere Bottiche abgelassen, um die verschiedenen Farben zu sortiren. Auf das Pressen der breiigen Ultramarinmasse folgen Trocknen und Sieben; letzteres darf nur in geschlossenen Apparaten geschehen.

2) Das Soda-Ultramarin wird aus Kaolin, Soda, Kohle und Schwefel bereitet, wozu einige Fabricanten auch noch Natriumsulfat und Kolophonium setzen. Das Product ist etwas dunkler gefärbt als das Sulfat-Ultramarin.

Man gebraucht zum Erhitzen des Gemenges in der Regel Flammenöfen, wobei schon die grösste Menge in Ultramarinblau übergeht, welches in Muffeln mit Schwefel abgebrannt wird; auch hierbei sind die oben erwähnten Vorsichtsmassregeln erforderlich.

3) Das Kieselerde-Ultramarin charakterisirt sich durch eine eigenthümlich röthliche Färbung und ist Soda-Ultramarin, welchem bei der Darstellung fein pulverisirte Kieselerde zugesetzt worden ist*).

Alle Ultramarine enthalten Schwefel, Thonerde, Eisenoxyd, Calciumoxyd, Natriumoxyd, Schwefel, Schwefelsäure und Kieselsäure.

Das Ultramarin ist ein im Wasser unlösliches, lasurblaues Pulver, welches von alkalischen Laugen nicht angegriffen, durch Säuren und sauer reagirende Salze aber unter Schwefelwasserstoff-Entwicklung und Abscheidung von Schwefel entfärbt wird. Nur das Kieselerde-Ultramarin widersteht dem Alaun.

Die **Verwendung des Ultramarins** ist sehr mannigfach. Beim Malen und Tünchen auf Kalkgrund ist es unentbehrlich und eine sehr beliebte Farbe beim Tapetendruck, beim Drucken überhaupt und in der Buntpapierfabrication. Zum Bläuen des Zuckers (s. Zucker), der Papiermasse, der Wäsche, der Stärke und des Kerzenmaterials ist es allgemein bekannt.

Da Ultramarin an und für sich keine schädlichen Bestandtheile enthält, so ist seine weit verbreitete Anwendung nicht mit Gefahr verbunden. Beim Zucker erzeugt es nur, wenn derselbe mit irgend einer organischen Säure zusammentrifft, die höchst unangenehme Entwicklung von Schwefelwasserstoff, wodurch z. B. der Genuss von Compot oder Weinbowlen u. s. w. sehr benachtheiligt wird.

Chrom, Cr.

Das **Chrom** kommt in der Natur nur in Verbindung mit Sauerstoff und andern Metalloxyden vor. Als eine dem Magneteisenstein entsprechende Verbindung ist der Chromeisenstein FeO . O_2O_3 bekannt, der im Banat, in Norwegen, Griechenland und namentlich zu Jekaterinburg (Kasan) vorkommt. Der Name rührt von χρῶμα her, weil seine Verbindungen schöne Farben liefern.

Man stellt das Metall entweder durch Reduction des Chromoxyds mittels Kohle oder durch Glühen von Chromchlorid mit überschüssigem Zink unter einer schützenden Decke dar. Durch Behandeln mit Salpetersäure wird es vom Zink befreit und bildet dann ein hellgraues, krystallinisches Pulver.

Das reine Metall ist von silberweisser Farbe und stimmt in seinem chemischen Verhalten vielfach mit dem Eisen überein.

Bei der **Einwirkung der Chromverbindungen auf den thierischen Organismus** handelt es sich meist um die Chromate. Eigentliche Vergiftungen durch Ingestion derselben kommen bloss als Unglücksfälle vor und selbst diese sind nur spärlich in der Literatur vertreten. Versuche an Thieren hat *Gmelin*[1]) gemacht und gefunden, dass Kaliumchromat weit stärker einwirkt als Chromchlorür $CrCl_3$. 49 Gr. des letztern brachten, in den Magen eines Kaninchens eingespritzt, keine Wirkung hervor, während 30 Gran Kaliumchromat bei Kaninchen nach 1½—2 Stunden unter Diarrhoe den Tod herbeiführten. Ein kleiner Hund bekam nach 30 Gran Kaliumchromat nur mehrmaliges Erbrechen und selbst ein Kaninchen blieb nach 12 Gran gesund.

Einem mittelgrossen Hunde wurden 30 Gran Kaliumchromat in das Unterhautzellgewebe gebracht; er verlor die Fresslust, magerte ab und bekam nach 6 Tagen ein trocknes Exanthem auf dem Rücken mit stellenweisem Ausfallen der Haare; Erbrechen und Diarrhoe stellten sich nicht ein.

Kaliumbichromat wirkt intensiver als Kaliumchromat und erzeugt bei Menschen Magen- und Darmreizungen, die Durchfall mit Tenesmus, schwärzlichen oder blutigen Abgang und der Cholera asiatica ähnliche Erscheinungen zur Folge haben. Erfahrungsgemäss vermögen Gaben von 0,3 Grm. Kaliumbichromat schon Vergiftungserscheinungen hervorzurufen; ein Esslöffel voll Kaliumchromat wirkt unter heftigem Durchfall erst binnen 12 Stunden letal.[2]) In allen Fällen von Vergiftung waren heftiges

*) Neuerdings stellt man auch ein violettes und rothes Ultramarin dar.

Erbrechen und eine profuse Diarrhoe die vorherrschenden Krankheitserscheinungen, welche besonders an die Wirkung von Arsen und Sublimat erinnerten. Der Sectionsbefund ist nicht prägnant: man findet höchstens partielle Röthung, Schwellung oder Erweichung der Schleimhaut des Magens und des übrigen Tractus intestinalis. Wie die das Nervensystem lähmende Wirkung der Chromate zu erklären ist, bedarf noch weiterer Forschungen.

Bekannter ist die reizende Wirkung der Chromate auf die Haut und die Schleimhaut der Nase, der man namentlich in der Technik bei der Fabrication von Kaliumbichromat und Kaliumchromat sowie in Färbereien beim Gebrauch der Auflösungen begegnet. Concentrirte Laugen vermögen auch bei Färbern Erythem und Geschwüre der Haut zu erzeugen (s. S. 769).

Chromindustrie.

Die wichtigste Verbindung von Chrom ist für die Industrie das **chromsaure Kalium**.

Kaliumchromat, gelbes chromsaures Kalium K_2CrO_4 stellt gelbe, rhombische Krystalle dar, ist isomorph mit dem Kaliumsulfat, in 2—4 Th. Wasser löslich, und verwandelt sich, wenn seine Lösung mit Schwefel- oder Salpetersäure versetzt wird, in Kaliumbichromat.

Kaliumbichromat, Kaliumpyrochromat, rothes chromsaures Kalium $K_2Cr_2O_7$ bildet den Ausgangspunct zur Darstellung aller Chromverbindungen, obgleich es zunächst aus dem Kaliumchromat erhalten wird. Bei der Fabrication im Grossen wird der Chromeisenstein mit Pottasche und Kalk geglüht, um das Chromoxyd in Kaliumchromat überzuführen; dieses ist wegen seiner Leichtlöslichkeit in Wasser schwierig zu reinigen und muss deshalb in der Fabrik in das saure Salz verwandelt werden, welches in kaltem Wasser schwerer löslich ist und daher leicht durch Umkrystallisiren gereinigt werden kann.

Die **Darstellung im Grossen** geschieht in folgenden Phasen: 1) **Pulverisiren und Mischen des Chromerzes.** Wegen der grossen Härte des Erzes muss dasselbe zunächst durch Glühen und Ablöschen in Wasser zerklüftet resp. mürbe gemacht werden. Hierauf folgt das Zerkleinern im Pochwerk, das Sieben und Mischen mit den Oxydationsmitteln*). Es bildet sich ein Staub von den alkalischen Zuschlägen (Pottasche, Kalk) und dem Chromeisenstein.

2) **Erste und zweite Calcination** geschieht in Tiegeln oder in Calcinir- und Flammenöfen unter beständigem Umkrücken. Nach dem Erkalten der calcinirten Masse folgt jedesmal auch das Zerkleinern, Sieben und Mischen mit den Oxydationsmitteln **).

3) Das **Auslaugen** geschieht in grossen eisernen oder hölzernen, mit Blei ausgefütterten Bottichen. Die gelbe Lauge enthält ausser Kaliumchromat***) noch kohlensaure und kieselsaure Salze neben Aetzalkalien und Erztheilchen; letztere werden beim Calciniren wieder verwendet. Neuerdings setzt man Kaliumsulfat hinzu, um unter Ausscheidung von Kohlensäure, Kieselsäure u. s. w. Calciumsulfat zu erhalten, und dann erst eine hinreichende Menge Schwefelsäure. Nach dem Erkalten schlägt sich Kaliumbichromat nieder, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird. Die Mutterlauge wird häufig zum Durchrieseln der gerösteten Erze benutzt.

---

*) In einigen englischen Fabriken wird der Chromeisenstein nach dem Zerstampfen und Vermahlen fein gesiebt und in Cylindern, die sich um eine diagonale Achse drehen, sorgfältig mit Kali-Kalk gemischt.

**) Das mehrmalige Pulverisiren und Mischen mit den Oxydationsmitteln findet namentlich in den grössern englischen Fabriken nicht mehr statt; man lässt eine oxydirende Flamme auf das Gemenge einwirken, indem die Flamme mittels Dampfstrahlen auf den Herd niedergeblasen wird. Durch diese vollkommenere Einrichtung wird der Act für das Pulverisiren abgekürzt und somit ein grosser sanitärer Vortheil erreicht.

***) Will man das neutrale gelbe Kaliumchromat gewinnen, so setzt man zur Lauge Holzessig zu, um namentlich Thonerde und Kieselerde zu fällen. Nach Trennung des Präcipitats dampft man ein.

Sanitäre Verhältnisse in den Chromat-Fabriken.

Die Chromindustrie ist hauptsächlich in Glasgow vertreten; im Jahre 1868 gab es im Ganzen nur 6 Fabriken dieser Art, die sich auf Schottland, Frankreich, Russland, Norwegen und Amerika vertheilten.

Das Pulverisiren und Mischen der Erze mit den Zuschlägen sowie des Calcinirgutes bleiben in sanitärer Beziehung die Hauptsache, wenn auch die Darstellungsweise sehr vielen Modificationen unterliegt.

Der Chromeisenstein ist zwar chemisch indifferent, vermag aber auch als Staub an und für sich nachtheilig einzuwirken, wenn die Arbeiter demselben anhaltend ausgesetzt bleiben; er wird in dieser Beziehung von gleicher Bedeutung wie der Eisenoxydstaub sein. Die bisherigen Erfahrungen sprechen zwar nicht für eine sehr deletäre Wirkung dieses Staubes, trotzdem ist es nicht gestattet, denselben als wirkungslos hinzustellen, wenn man sich die Siderosis pulmonum vergegenwärtigt; bekannt ist es, dass die Arbeiter beim Chromstaube bisweilen einen eisenartigen Geschmack empfinden.

Wenn das Pulverisiren und Sieben des Calcinirgutes vorgenommen wird, so steigert sich die Gefahr, weil dem Staube schon Chromat beigemischt ist. Die Hände und das Gesicht werden nicht bloss gelb gefärbt, sondern die Haut schält sich förmlich ab; namentlich werden die verschiedenen Schleimhäute stark gereizt, da sich der Staub vorzugsweise an feuchten Stellen festsetzt. Indem sich dann die chromsauren und Alkali-Salze lösen, erzeugen sie eine förmliche Aetzung, aus welcher schliesslich Geschwüre entstehen; sie bilden sich vorzüglich auf der Nasenscheidewand aus, woselbst sie häufig eine Perforation herbeiführen. Diese Einwirkung ist nicht auffallend und kann auch wohl kaum als eine specifische Einwirkung des Kaliumbichromats aufgefasst werden. Bedenkt man nämlich, dass sich die Nasenschleimhaut für die Aufnahme des Staubes am meisten eignet, auch eine ziemlich bedeutende Fläche hierfür darbietet, so muss der hier angesammelte Staub eines Gemenges von Chromat und Aetzalkalien bei der vorhandenen Feuchtigkeit um so mehr seine ätzende Wirkung äussern, als er in der Regel hier längere Zeit abgelagert bleibt und namentlich bei den Arbeitern nicht durch sorgfältiges Reinigen der Nase entfernt wird; das Tragen von Bärten ist deshalb unzweckmässig, weil sich der Staub hier festsetzt und somit leichter in die Respirationsöffnungen gelangt. Die anfängliche, durch den Staub hervorgerufene Reizung der Nasenschleimhaut hat Niesen, eine wässrige und später dickliche und selbst blutige Absonderung zur Folge. Man will die Beobachtung gemacht haben, dass Arbeiter, welche Tabakschnupfer sind, von den Leiden der Nasenscheidewand frei bleiben. Jedenfalls müssen der Durchbohrung der Nasenscheidewand Pusteln und Geschwürsbildung vorhergehen, wie dies auch an andern Stellen der Fall ist, wo Feuchtigkeit mit dem Staube zusammentritt, z. B. am äussern Gehörgange oder an der Caruncula lacrymalis.

Aus den neuern Mittheilungen von *A. Delpech* und *Hillairet*[3]) geht hervor, dass namentlich auch bei Arbeitern, welche sich mit Sieben des Schweinfurter Grüns beschäftigt hatten, ein ähnliches Leiden der Nasenschleimhaut beobachtet worden ist. Bei Chrom-Arbeitern ist das Leiden indess häufiger; bisweilen geht ihm Nasenbluten, seltner ein scharfer, beissender Schmerz voraus. Vermischt sich der Nasenausfluss mit härtlichen Krusten, so deutet dies Symptom schon darauf hin, dass der ulceröse Process in Perforation übergegangen ist; von der Grösse eines Hanfsamenkorns kann sie sich bis zur Zerstörung der ganzen Nasenscheidewand ausdehnen, obgleich sie in der Regel

nur einen Durchmesser von 1,5—2 Ctm. behält und mehr von rundlicher als von ovaler Form erscheint. Charakteristisch für diesen Verschwärungsprocess ist der Mangel eines üblen Geruchs, welcher sich bekanntlich bei Ozaenen auf eine sehr unangenehme Weise bemerkbar macht; auch behält die Nase stets ihre Form.

Die Geschwüre, welche auf der Haut entstehen, haben denselben zerstörenden Charakter: aus Papeln oder Ekzembläschen entstehend, dringen sie schnell in die Tiefe ein, behalten aber meist glatte Ränder und sehen wie ausgemeisselt aus. Bei Vernachlässigung können sie bis auf die Knochen dringen, indem sich der Schorf beständig abstösst und den Substanzverlust herbeiführt.

Auf der Rachenschleimhaut sollen sich bisweilen Geschwüre bilden, die den syphilitischen ähnlich sind. Dass der Chromstaub auch bei der Inhalation bedeutende Reizung hervorrufen muss, ist leicht erklärlich: man hat daher auch Bronchitis mit ihren Folgezuständen beobachtet. Ferner wird ein bestimmter, mit grosser Hinfälligkeit verbundener Kopfschmerz als Leiden der Chromarbeiter geschildert, über den dem Verf. eigene Beobachtungen fehlen. Auch eine gelbe Färbung der Cornea kommt bisweilen vor, die sich in eine grüne verwandelt, wenn die Chromsäure zu Chromoxyd reducirt wird.

Das Pochen, Sieben und Mischen sollte sowohl beim Chromerz als auch hauptsächlich beim Calcinirgute stets nur in abgeschlossenen Apparaten vorgenommen werden; es sind hierzu dieselben Einrichtungen erforderlich, die sich auch für Bleiweiss- und Mennige-Fabriken empfehlen. Ganz besonders würde ein geregeltes Walzensystem oder eine dem Trommel-Apparate ähnliche Einrichtung die grössten sanitären Vortheile gewähren und die gefährliche Staubbildung gar nicht aufkommen lassen. Es kann hier nur wiederholt auf die bereits beim Bleiweiss erörterten Vorsichtsmassregeln verwiesen werden (s. S. 710).

Bei der Calcination entweichen keine nachtheiligen Dämpfe durch die Esse, wenn dieselbe in Tiegeln vorgenommen wird, weil sie hierbei eine glühende Kohlenschicht, in welcher die Tiegel stehen, passiren müssen. Dagegen ist wiederum das Füllen und Einsetzen der Tiegel in den Schachtofen sowie ihr Herausnehmen und Entleeren mit Gefahr verbunden. Die beste Vorsicht besteht hier im Schutz der Mund- und Nasenhöhle durch vorgebundene Tücher.

Bei der Calcination in Reverberir- oder Calciniröfen muss die Masse beständig umgekrückt werden und ist hierbei, namentlich im Anfange, ein Verstauben unvermeidlich. Die Arbeitsöffnungen müssen wie bei den Mennigöfen mit einem Fang versehen sein. Der Staub gelangt, wenn keine Flugstaubkammern vorhanden sind, in's Freie, und lagert sich, da er ziemlich schwer ist, in der nächsten Umgebung ab; Hunde und Katzen, die in der Nähe leben, können deshalb mit Geschwüren der Pfoten behaftet werden. Das Regenwasser kann dadurch verdorben und die Vegetation vernichtet werden. Selbst wenn Flugstaubkammern vorhanden sind, dürfen solche Calciniröfen nicht in der nächsten Nähe von Wohnungen geduldet werden; sie sind nur in wenig bewohnten Gegenden zu concessioniren.

Der norwegische Chromeisenstein enthält bisweilen auch Arsen, welches sich aber bei der Calcination nicht verflüchtigt, sondern in Arsensäure übergeführt wird: diese findet sich zuletzt in der Mutterlauge als arsensaures Alkali wieder.

Bei dem Versetzen der Rohlauge mit Säuren entwickeln sich Kohlensäure und Chlor: letzteres rührt von den Oxydationsmitteln her, welche stets mit Chloriden verunreinigt sind. Salpetrige Säure tritt auf, wenn die Lauge von Kaliumchromat nach dem vorherrschenden Verfahren direct mit Salpetersäure versetzt worden ist. Die Bottiche sind jedenfalls mit einem Deckel zu verschliessen, aus welchem ein Abzugsrohr für die Gase und Dämpfe nach dem Calcinirofen zu leiten ist.

Das Abdampfen geschieht theils in gusseisernen, verbleiten Kesseln auf freiem Feuer, theils in verbleiten Bottichen mittels circulirender Wasserdämpfe. In beiden Fällen wird während des heftigen Siedens immer ein kleiner Theil der Laugen als Nebelbläschen in die Atmosphäre fortgeführt: man beobachtet daher auch nicht selten bei den an der Auslaugerei beschäftigten Arbeitern die Perforation der Nasenscheide-

wand, häufiger aber äussere Geschwüre. Es müssen deshalb die Dämpfe mittels besonderer Vorkehrungen unschädlich gemacht werden; die Einrichtung, die sich bei der Seifenfabrication bewährt hat, reicht hier aus.

Das **Ablassen der Laugen** aus den Krystallirgefässen geschieht mittels Heber, weil die Wandungen der Bottiche mit Krystallisationen dick bekleidet sind und dadurch das Ablassen durch Hähne unmöglich wird. Diese Heber dürfen nie mit dem Munde angesaugt werden; sie müssen so eingerichtet sein, dass sie nicht ablaufen, sondern nach der Schliessung eines Hahns gefüllt bleiben; auch wendet man die sog. Becherheber an.

Es sind durch Unvorsichtigkeit bei dieser Manipulation schon Vergiftungsfälle vorgekommen, wenn die Lauge beim Ansaugen der Heber plötzlich in den Schlund geräth und verschluckt wird.[4])

Das **Auskeilen der Salzkrystalle** ist von geringer Bedeutung; Staub kann hier nicht vorkommen, da die Masse noch Wasser enthält. Ein Verspritzen der Krystalle ist nur bei der grössten Ungeschicklichkeit möglich. Schlagen und Klopfen ist schon wegen der Verbleiung der Gefässe nicht zulässig; man bedient sich dazu hölzerner Spatel, durch welche man die Masse von oben nach unten abkeilt. Damit der Arbeiter hierbei nicht den Boden betritt, steht er in einem hängenden Korbe, da die Bottiche häufig eine Höhe von 4 Meter und einen Durchmesser von 2 Meter haben.

Beim Herausnehmen der Krystalle werden die Bottiche umgelegt, um das Salz mit hölzernen Schaufeln herauszuschaffen und auf Abtropfbühnen zu bringen. Bei Unvorsichtigkeit kann hier ein Benetzen der Hände und Vorderarme ebenfalls Geschwüre zur Folge haben; bilden sich diese an den Geschlechtstheilen aus, so kann dies nur durch Uebertragen der Flüssigkeit mittels schmutziger Finger geschehen. Die Mutterlauge übt noch eine reizende Einwirkung auf die Haut aus, da sie neben Eisen, Blei und Arsen noch Chromsäure enthält.

Das Trocknen des Salzes geschieht in Trockenkammern und das Verpacken in Fässern, die inwendig mit Papier zu verkleben sind und beim Transport nicht gleichzeitig mit Nahrungs- oder Genussmitteln verladen werden dürfen.

Verwerthung des Rückstandes. Die ausgelaugten Calcinationsrückstände enthalten stets chromsaure Salze, welche beim Lagern im Freien durch Regenwasser ausgewaschen werden können; es sollte dies nie stattfinden, um die mannigfachen schädlichen Folgen, die hieraus entstehen können, zu verhüten. Man kann sie verwerthen, wenn man sie auf Mühlen zerkleinert, mit Zuckermelasse versetzt und ausglüht. Die Chromsäure wird hierdurch zu Chromoxyd reducirt, das im gepulverten Zustande als Polirmittel, zur Anfertigung von Streichriemen und zum Anstrich von Eisen und Stahl benutzt werden kann.

Um aus den **Mutterlaugen** Chromoxyd zu gewinnen, versetzt man sie mit Schwefel, Holzkohle oder Kienruss, dampft ein, trocknet und glüht die trockne Masse in Muffeln. Nach dem Erkalten der zusammengesinterten Masse laugt man sie aus; dann mahlt, schlämmt und trocknet man sie wieder. Am schlimmsten ist hier die reichliche Menge von schwefliger Säure, die beim Glühen in den Muffeln auftritt und daher sachgemäss zu behandeln ist. Die Abflusswässer sind mit Kalk zu behandeln.

Die **Verwendung** des Kaliumbichromats in der Färberei und Druckerei ist schon häufig erwähnt worden. Sie begann mit seiner Einführung als Aetzbeize auf Türkischroth und hat seit den zwanziger Jahren immer mehr an Ausdehnung gewonnen. Beschränkter ist seine Benutzung als Politur bei der Tischlerei in Verbindung mit Catechu, welches hierbei einer Oxydation unterliegt. Man sollte aber bei seiner Verwenduug in der Hausindustrie mehr Rücksicht auf seine giftige Beschaffenheit nehmen und die beim Giftverkaufe geltenden Bestimmungen auch auf Kaliumbichromat anwenden, um jeden Missbrauch mit diesem sehr differenten Körper zu verhüten.

Die Chromfarben.

Die meisten Chromverbindungen sind für die Färberei, Porcellan- und Glasmalerei, für den Kattun- und Leinendruck, den Tapetendruck, die Buntpapierfabrication und die Farbentechnik von der grössten Wichtigkeit.

Chromoxyd C_2O_3 wird durch Glühen des Chromhydrats $C_2(OH)_6$ oder Kaliumbichromats erhalten und ist als Polirmittel durch den Smirgel verdrängt worden. Mit Fernambukholz bildet es ein schönes Blauschwarz, welches in der Wollfärberei und in den Dintenfabriken dargestellt wird. Mit der Pflanzenfaser verbindet es sich wie Thonerde und Eisenoxyd.

Für die eigentliche Farbentechnik ist das Chromhydrat weit wichtiger, da es bei verschiedenen Arten von Grün zur Verwendung kommt. **Pannetier's Grün,** das von *Guignet* näher untersucht wurde, wird durch Calciniren von Kaliumbichromat und Borsäure dargestellt; letztere ist aber hierbei unwesentlich, da ein Chromoxydhydrat von der Formel: $2Cr_2O_3 . 3H_2O$ dieselben Eigenschaften besitzt. Aehnlich ist **Mittler's Grün**, während **Matthieu-Plessy's Grün** neben Chromoxyd noch Phosphorsäure enthält: **Arnandon's Grün** wird durch Erhitzen von Ammoniumphosphat und Kaliumbichromat und **Salvetat's Grün (Türkisgrün)** durch Mischung von Thenard's Blau mit Chromoxyd erhalten.

Kaisergrün entsteht beim Versetzen eines Chromsalzes mit gewöhnlichem Natriumphosphat: wird der Niederschlag geglüht, so heisst die Farbe neues **Chromatgrün**, welches das Schweinfurtergrün zu ersetzen vermag und namentlich in der Porcellan- und Glasmalerei benutzt wird.

Chromsäure ist nur als **Chromsäureanhydrid** CrO_3 bekannt und bildet sich, wenn Kaliumbichromat mit Schwefelsäure zersetzt wird:

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O + 2CrO_3.$$

Sie ist hier nur als das wichtigste Oxydationsmittel zu erwähnen und wird namentlich zum Bleichen verschiedener Oele (Leinöl, Palmöl, Petroleum u. s. w.) benutzt, welche man mit Kaliumbichromat und verdünnter Schwefelsäure behandelt (s. auch Alizarin, Seite 645).

Neuerdings stellt man **Chromleim** aus einer Gelatinelösung mit Kaliumbichromat dar, der bei Einwirkung des Sonnenlichts für Wasser unlöslich und unaufquellbar wird, während die Chromsäure einer Reduction unterliegt.

Unter den chromsauren Salzen, die alle mehr oder weniger giftig sind, werden hauptsächlich **Blei-**, **Zink-** und **Wismuthchromat** in der Kattun- und Leinendruckerei benutzt. Das wichsigste Präparat ist das **Bleichromat, chromsaures Blei, Chromgelb** $PbCrO_4$, das auch in der Natur als Rothbleierz vorkommt.

Bei der Leinendruckerei wendet man zum Aufdrucken entweder Bleisulfat oder Bleiacetat an, indem man diese Salze mit Verdickungsmitteln (Pappe) zusammenmengt. Nach dem Drucken werden sie dann durch ein Bad von Kaliumbichromat gezogen, wobei das Bleichromat auf das Zeug niedergeschlagen wird, ohne dass eine innige Verbindung mit der Faser stattfindet. Aus diesem Grunde sind diese gelben Muster auch leicht dem Bleichen resp. Verschwinden unterworfen; schon durch Reiben werden sie von dem Stoffe entfernt.

Alle Wasch- und Spülwässer enthalten stets Kaliumchromat in Lösung und dürfen daher niemals in Schlinggruben abgelassen werden. Nur bei grosser Verdünnung ist ihr Abfluss in Wasserläufe gestattet, widrigenfalls sie auf die Fischzucht nachtheilig einwirken.

Zur Darstellung von orangefarbigen Mustern sind zwei Methoden gebräuchlich. Man druckt ein basisches Bleisalz (Mordant) auf und zieht das Muster durch ein chromsaures Bad, oder man druckt das Bleichromat auf und zieht die so gefärbten Stoffe durch eine erwärmte Kalklösung, wobei basisches Bleichromat (Chromroth) zurückbleibt; im letztern Falle enthalten die Wässer chromsaures Calcium (Calciumchromat); sie sind immer beachtungswerth.

In sanitärer Beziehung ist zu bedenken, dass die basischen Bleichromate dadurch nachtheilig wirken können, dass sie beim Tragen der Stoffe durch den sauer reagirenden Schweiss in Chromate verwandelt werden; hierbei tritt das überschüssige Blei als organisch-saures Salz auf, welches, falls es auf der Haut sitzen bleibt, möglicherweise absorbirt wird.

Auch haben alle mit Bleichromat gedruckten Stoffe den Nachtheil, dass sie leicht entzündlich sind und ausserordentlich rasch fortbrennen. Die sogen. Zunderlunten verdanken nur der Imprägnation mit Bleichromat ihre Eigenschaft, rasch Feuer zu fangen und fortzuglimmen, wobei sich übrigens stets Bleidämpfe entwickeln.

Bei der Fabrication der Zunderlunten kann sich beim Abhaspeln der Zundschnüren so viel Bleistaub entwickeln, dass Bleivergiftungen entstehen.[5])

Für Reibzündhölzchen benutzt man bisweilen eine Verbindung von Bleibichromat mit Kaliumchlorat (s. S. 272).

Das Chromgelb wird leider auch noch häufig zum Färben von Genuss- oder Nahrungsmitteln benutzt. Bei der Wurstbereitung werden die Gedärme nicht selten statt durch Curcuma durch Bleichromat gelb gefärbt. Vor nicht langer Zeit war in der Rheinprovinz das Grünfärben der Kaffeebohnen mittels folgender Mischung ein sehr gebräuchliches Verfahren: man wählte ein Gemenge von 15% Berlinerblau, 35% Bleichromat neben 35% Gips, Thonerde oder ähnlichen Körpern, um die passende Farbe hervorzurufen.

Die sogenannten Chromgrüne werden häufig durch Vermischen des Chromgelbs mit Berlinerblau dargestellt; obgleich diese Grüne wenig haltbar sind, namentlich

beim Tapetendruck, und sich meist nur zum Oelfarbenanstrich verwenden lassen, so war die oben genannte Composition dennoch zur künstlichen Darstellung der Cherbon-Kaffeebohnen so gut gewählt, dass nur Sachkenner den Betrug entdecken konnten.[6])

Das Färben der Lebkuchen, Brezeln und Conditorwaaren geschieht bisweilen mit Chromgelb. Noch in der neuesten Zeit sind zwei tödtliche Vergiftungen durch Chromgelb bei einem 1¼ und einem 3 Jahre alten Knaben beobachtet worden, die von den aus Traganthgummi und Bleichromat dargestellten Verzierungen eines Kuchens genossen hatten. Die Gabe von ca. 0,01 Grm. Bleichromat war für jeden der beiden Knaben von letaler Wirkung.[7])

Auch zum Imprägniren von Papier dient Chromgelb. Ein gelbes Papier dieser Art wird häufig als Enveloppe für Kaffeesurrogate, Conditorwaaren, Tafelsalz u. s. w. verwendet; im letztern Falle bildet sich bei feuchter Luft leicht Chlorblei, was man an der Entfärbung des betreffenden Papiers wahrnimmt. Gefährlich sind auch die gelben Farbsteine von Chromgelb in den Malkasten für Kinder.[8])

Chromzinnober, Chromroth $PbCrO_4 + Pb(OH)_2$ ist ein basisches Bleichromat und bildet sich beim Eintragen von Bleichromat in schmelzenden Salpeter. Auf nassem Wege erhält man es durch Fällen einer Lösung von Bleiacetat mit Kaliumbichromatlösung unter Zusatz von Kaliumhydrat.

Chromorange ist ein Gemisch von Chromgelb und Chromroth.

Zinkchromat hat in jüngster Zeit das Bleichromat beim Drucken häufig ersetzt. Seine geringere Haltbarkeit empfiehlt dasselbe jedoch nicht für die Industrie, während Wismuthchromat nur zum Drucken feinerer Stoffe zu benutzen ist. Man druckt auch hierbei das entprechende Salz auf und zieht alsdann die Stoffe durch ein chromsaures Bad. Die Abflusswässer haben dieselbe Bedeutung wie bei der Darstellung von Bleichromat.

Ferrumchromat, chromsaures Eisen $FeCrO_4$ entsteht beim Zusammenbringen eines Eisenoxydsalzes mit Kaliumbichromat als dunkelrothe Flüssigkeit, welche in der Schwarzfärberei beim Färben der Seide, Wolle, Baumwolle bei gleichzeitiger Mitwirkung von Holzfarben benutzt wird. Seiner Verwendung als Desinfectionsmittel ist der hohe Preis hinderlich, obgleich es wegen seiner oxydirenden Eigenschaft sehr gerühmt wird.

Versetzt man neutrales Eisenchlorid mit einer gesättigten Lösung von Kaliumbichromat, so erhält man einen feurig gelben Niederschlag (basisch chromsaures Eisen), der sich ganz vorzüglich zum Wasserglasanstrich und als Aquarellfarbe eignet. Mit Ultramarin liefert diese Farbe sogen. Sideringelb, ein schönes Grün.

Das eigentliche Chromaventurin, ein dunkelgrün gefärbtes Glas, in welchem hellgrüne Flitter von abgeschiedenem Chromoxyd vertheilt sind, wird durch Zusatz von Kaliumbichromat zum gewöhnlichen Glassatze erhalten.

Silberchromat, chromsaures Silber Ag_2CrO_4 bildet sich als dunkelrother Niederschlag, wenn eine Silberlösung mit Kaliumchromat versetzt wird. Wird dieser mit Chlornatrium geglüht, so bildet sich eine Doppelverbindung von Chlorsilber und Chromchlorid, welche feuerbeständig ist, den Glasflüssen eine grüne Färbung ertheilt, die bei auffallendem Lichte intensiv zinnoberroth reflectirt. Auch kann sie zur Darstellung eines aventurinähnlichen Glases und zur Färbung des Strasses benutzt werden.

Quecksilberchromat Hg_2CrO_4 wird im Grossen durch Versetzen eines löslichen Quecksilberoxydulsalzes mit Kaliumbichromat als ein schöner zinnoberrother Niederschlag erhalten, der in der Porcellanmalerei Verwendung findet. Die Waschwässer enthalten Chromsäure und Quecksilberoxyd und dürfen daher niemals frei abgelassen werden.

Vermischt man die genannten Lösungen in der Siedhitze und säuert mit Salpetersäure an, so erhält man einen krystallinischen Niederschlag, der mit verdicktem Terpentinöl vermischt direct in der Porcellanmalerei und zwar zur Darstellung von grünen, rauhen Blättern benutzt wird. Indem sich nämlich das Quecksilber verflüchtigt, zieht sich gleichsam jedes Krystallschüppchen zusammen und bildet einen eigenthümlichen chagrinartigen Ueberzug. Die Manipulation mit dieser Verbindung erfordert alle Vorsicht. Beim Muffelbrande müssen die Quecksilberdämpfe vorsichtig abgeleitet werden, während das Quecksilber, welches in den bei der Bereitung des Salzes abfallenden Wässern enthalten ist, durch Zink metallisch auszuscheiden ist. Die Chromsäure bleibt als lösliches Salz in der Lösung und kann wieder benutzt werden.

Chromsalze werden bei der Zeugdruckerei sehr häufig in der Weise benutzt, dass man das Chromoxyd durch ein phosphorsaures, kieselsaures oder auch ein arsenig- und arsensaures Salz niederschlägt. Da die beiden letztern Verbindungen den schönsten Farbenton besitzen, so kommen sie noch vielfältig zur Anwendung. Zu dem

Ende werden die mit Chromoxyd gebeizten Stoffe in der Hitze mit arsenig- oder arsensaurem Natrium so lange behandelt, bis man den gewünschten Farbenton erhält. Derartige Stoffe haben nicht bloss in der Faser Arsenik, sondern letzteres haftet auch noch äusserlich an.

Um dasselbe Grün auf den Stoffen hervorzurufen, wird bisweilen direct mit Kaliumbichromat unter Mitwirkung von arseniger Säure gedruckt.

Die beim Färben abfallenden Wässer enthalten neben der arsenigen Säure auch Arsensäure. Die Stoffe selbst erzeugen bei Nähterinnen Reizungen der Hände, welche sich in kleinen, frieselähnlichen Bläschen oder Wundwerden zwischen den Fingern äussern. Wegen dieser Wirkung der grünen Farbe hat man oft die Anwesenheit von Schweinfurtergrün vermuthet, obgleich das Chromgrün sich schon an und für sich durch eine mehr dunkle Nüance auszeichnet und grade deshalb meist die Vermuthung gar nicht aufkommen lässt, dass man es hier mit der reizenden Einwirkung von Arsen zu thun hat.

Calciumchromat $CaCrO_4$. Wenn man Calciumhydrat mit Kaliumbichromat kocht, so erhält man die basische Verbindung $(CaCrO_4 + Ca(OH)_2)$, ein schöner gelber, in Wasser unlöslicher Niederschlag, der **Steinbühler Gelb** heisst und als Deckfarbe im Handel vorkommt. Behandelt man denselben mit einer Lösung von Kupfersulfat, so entsteht ein lebhaft grüner Niederschlag, der dem Schweinfurtergrün sehr ähnlich ist. Die hier abfallenden Wässer enthalten im erstern Falle Kaliumchromat und im letztern Falle Kupferchromat.

Chromchlorid Cr_2Cl_6 wird durch Glühen eines Gemenges von Chromoxyd und Kohle in einem Chlorstrom erhalten. Es wird in der Buntpapierfabrication als violette Farbe benutzt.

Bariumchromat $BaCrO_4$ entsteht durch Zusatz einer Lösung von Kaliumchromat zu einer Bariumsalzlösung als lichtgelber Niederschlag, welcher im Handel als gelbes Ultramarin vorkommt und mit gewöhnlichem Ultramarin vermischt beim Tapetendruck benutzt wird.

Chromsulfat $Cr_2(SO_4)_3 + 18 H_2O$ bildet blaue Krystalle, welche durch Auflösen von Chromhydrat in concentrirter Schwefelsäure entstehen.

Kaliumchromsulfat, Chromalaun $Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 24 H_2O$ entsteht, wenn man zu einer mit Schwefelsäure versetzten Lösung von Kaliumchromat eine oxydable Substanz, z. B. Alkohol, zusetzt. Es bilden sich tief violette Octaëder, die sich in Wasser mit violettblauer Farbe lösen. Man nennt diese Verbindung Chromalaun, weil die Thonerde durch Chrom vertreten wird. Man unterscheidet Kalium-, Natrium- und Ammonium-Chromalaun, wovon der erstere am wichtigsten ist, da er in der Färberei zu Grün, Schwarz und andern Farben benutzt wird; auch dient er als Beize oder zum Anfertigen wasserdichter, wollener Stoffe. Die Verbindung mit Kochsalz wird zur Darstellung von chromgarem Leder gebraucht.[9])

Mangan.

Mangan kommt zwar in grosser Verbreitung, aber nur in beschränkter Menge vor. **Braunstein** (Pyrolusit), die am häufigsten vorkommende und technisch wichtigste Verbindung, ist Mangansuperoxyd MnO_2; als Manganoxyduloxyd Mn_3O_4 tritt **Hausmannit**, als Manganoxyd Mn_2O_3 **Braunit** auf; **Manganit** ist Manganoxydhydrat $H_2Mn_2O_4$, unterscheidet sich somit vom gewöhnlichen Manganoxydhydrat oder Manganihydrat $Mn_2(OH)_6$ durch einen geringern Wassergehalt. Ausserdem ist noch Manganspath $MnCO_3$ und Manganblende MnS zu erwähnen.

Das Metall wird aus seinen Verbindungen hauptsächlich durch Reduction mittels Kohle dargestellt; seine Verwendung ist aber sehr beschränkt. Man benutzt es zu Legirungen mit Kupfer, Zinn und Zink. Kupfermanganlegirungen sollen sich wie Kupferzinnlegirungen, und die Kupfer-Mangan-Zinklegirungen wie Neusilber verhalten. Bekannt ist auch der Zusatz von Mangan zum Gussstahl, welches denselben noch werthvoller machen soll.

Manganverbindungen.

Mangansuperoxyd MnO_2, **Braunstein,** ist für die Technik bei der Darstellung von Chlor und Salzsäure unentbehrlich. Die colossalen Mengen von Manganchlorür $MnCl_2$, die hierbei abfallen, hat man schon seit längerer Zeit zur Regeneration des Braunsteins zu verwerthen gesucht.

Die *Weldon*'sche Methode scheint die meiste Aussicht auf Erfolg zu haben, nach welcher aus den Manganlaugen zunächst Eisenoxyd, Thonerde und Schwefelsäure durch Calciumcarbonat niedergeschlagen werden. Durch weitere Behandlung der abgegossenen klaren Flüssigkeit mit Kalkmilch, einem Dampf- und Luftstrom erhält man eine Verbindung von Kalk und Mangansuperoxyd (Calciummanganit), die für die Chlorentwicklung wieder zu benutzen ist, aber viel Salzsäure hierzu bedarf. In England ist man noch immer mit der Verbesserung dieses Verfahrens beschäftigt. Man hat auch die mit Kalk behandelten Manganlaugen mit Erfolg für die Glasfabrication wieder nutzbar zu machen gesucht.

Ein aus den Manganlaugen durch Fällen mit einem Alkalicarbonat als grünes Pulver erhaltenes Mangancarbonat $MnCO_3$ wird als Anstrichfarbe in der Glasmalerei und zur Darstellung der violetten Glasflüsse benutzt.

Hat man das Chlor aus Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein dargestellt, so findet sich im Rückstande ausser Manganchlorür noch Natriumsulfat mit einem Ueberschuss an Schwefelsäure. Man kann diesen Rückstand eindampfen, schwach calciniren und mit Wasser auslaugen; die Lauge enthält dann Manganosulfat $MnSO_4$ neben Natriumsulfat. Letzteres gewinnt man durch Krystallisation, während man das Manganosulfat in Manganborat überführen kann, um es als ein vortreffliches Siccativ in der Firnisskocherei zu benutzen. Behandelt man Manganosulfat mit Kali, so erhält man Manganoxydhydrat, welches beim Bisterbraunfärben Verwendung findet.[1])

Manganchlorür ist als solches fast nie zum Desinficiren zu gebrauchen, weil die freie Salzsäure sehr nachtheilig auf den Mörtel der Abtrittsgruben und Canäle einwirkt. In solchen Fällen ist stets eine vorhergehende Abstumpfung mit Kalk erforderlich.

Uebermangansaures Kalium, Kalium hypermanganicum $KMnO_4$ ist in technischer, chemischer und sanitärer Beziehung eine sehr wichtige Verbindung. Für technische Zwecke kann es dargestellt werden, indem man Natriumhydrat (Natriumhydroxyd) und Kalisalpeter (statt des theuren Kaliumchlorats) schmilzt und in die Schmelze allmählig erhitzten Braunstein einträgt.

Verwendung findet es jetzt in der Technik zum Bleichen von sämisch gegerbtem Leder, von Baumwolle, Leinen, Hanf, Seide, Wolle u. s. w. Man löst übermangansaures Kalium und Manganosulfat zu gleichen Theilen in lauwarmem Wasser auf. Man lässt die Stoffe so lange in demselben liegen, bis sie sich braun (mit Manganoxyd) überzogen haben; dann kommen sie in ein verdünntes Schwefelsäure-Bad (1 : 25), wobei sich wieder Manganosulfat unter Freiwerden von bleichendem Sauerstoff bildet; auch im ersten Bade wird schon Sauerstoff frei. Schliesslich folgt ein Spül- und Seifenbad unter Zusatz von etwas Salmiakgeist. Die Zeuge leiden bei dieser Bleichmethode am wenigsten.[2])

Uebermangansaures Kalium ist ein vortreffliches Desinfectionsmittel und mit Unrecht durch die Carbolsäure verdrängt worden.[3])

Nickel, Ni.

Nickel findet sich in der Natur gediegen nur im Meteoreisen und kommt sonst wie Kobalt in Verbindung mit vielen Metallen, namentlich mit Arsen und Schwefel als **Nickelglanz**, mit Arsen als **Kupfer-** oder **Arseniknickel**, mit Schwefel als **Haarkies** vor. Kupfernickel soll dem Metall den Namen gegeben haben, das

wie Kupfer aussah, aber keine Ausbeute an Kupfer gab und daher mit diesem in der niedersächsischen Volkssprache für gemeine Frauenzimmer gebräuchlichen Scheltworte belegt wurde.

Nickel ist silberweiss mit einem Stich in's Graue, stark glänzend, sehr hart, dehnbar, strengflüssig, erst in der Weissgluth schmelzbar, magnetisch und bleibt an der Luft unverändert. In Salz- und Schwefelsäure ist es schwer, in Salpersäure leicht löslich.

Bei der **Wirkung von Nickel auf den thierischen Organismus** kann nur von seinen Verbindungen die Rede sein. Nach *Gmelin*[1]) erfolgte bei einem Hunde mittlerer Grösse nach Ingestion von 10 Gran Nickelsulfat $NiSO_4$ mehrmaliges Erbrechen; auch 20 Gran hatten keine andere Wirkung. Bei einem Kaninchen übten 10 Gran keinen Einfluss auf das Befinden aus, dagegen führte die Ingestion von 20 Gran am andern Morgen den Tod unter Convulsionen herbei.

30 Gran trocknen Nickelsulfats, in das Unterhautzellgewebe eines kräftigen Hundes gebracht, blieben ohne Wirkung. Nickel gehört somit zu den unschädlichen Metallen.

1) **Hüttenmännische Behandlung der Nickel- und Kobalterze.** Beide Erze werden meist gemeinschaftlich behandelt; sie erfordern wie die Kupfererze ein **Concentrationsschmelzen**, um die Metalle allmählig anzureichern. Bei Erzen, die Nickel als Schwefelmetall enthalten, z. B. bei mit Nickelerzen imprägnirtem Magnetkies oder Schwefelkies, schmilzt man zuerst mit reducirenden Mitteln, schwefelt Nickel und Eisen und nennt das Product **Stein**. Bei Erzen, die neben Nickel vorzugsweise Arsen enthalten, wählt man als Zuschlag Arsen und zwar meist in Form von Arsenkies; das Product heisst dann **Speise**.

a) Concentrationsschmelzen auf Stein. Man röstet die Erze theilweise ab, um Eisen und Nickel zu oxydiren und schmilzt dann mit kieselerdereichen Zuschlägen. Das Eisenoxyd verschlackt sich und das oxydirte Nickel sammelt sich im Stein als reducirtes Metall an; bei gleichzeitig vorhandenem Kupfer concentrirt sich dasselbe ebenfalls im Stein. Den Röst- und Reductionsprocess wiederholt man oft, bis man schliesslich den rohen, eisenhaltigen Stein mit feinem Schwerspath und Quarz einschmilzt. Es entsteht Schwefelbarium, welches dem noch vorhandenen oxydirten Nickel und Kupfer seinen Schwefel abgibt und als Baryt mit dem Quarz und Eisen verschlackt wird.

b) Concentrationsschmelzen auf Speise. Die hauptsächlich aus Nickel, Arsen und Eisen bestehenden Erze werden einer theilweisen Röstung unterworfen, um den grössten Theil des Arsens auszuscheiden. Das Röstgut wird mit reducirenden Mitteln geschmolzen, um das Eisen in die Schlacke überzuführen, das oxydirte Nickel zu Metall und die vorhandenen arsensauren Salze zu Arsenmetallen (Speise) zu reduciren. Wegen der grossen Verwandtschaft des Metalls zu Arsen sammelt sich dasselbe immer mehr in der Speise an, je öfter man diesen Process wiederholt; auch gibt man zur vollkommnern Entfernung des Eisens Zuschläge von Schwerspath und Quarz zu.

2) **Gewinnung des metallischen Nickels.** a) Gewinnung auf trocknem Wege. Man benutzt hierzu gewöhnlich die Nickelspeise, indem man sie unter Wasser klein stampft und mit Schwefel mengt und erhitzt, wobei sich Schwefelnickel bildet und Kupfer als Schwefelkupfer ausgeschieden wird. Indem letzteres auf der Nickelspeise schwimmt, verhindert es theilweise die Verflüchtigung von Schwefelarsen; die Speise wird dann nochmals unter Anfeuchtung fein gepulvert und in Röstöfen durch Sublimation von Arsen befreit. Um alles Arsen zu entfernen, kann ein wiederholtes Erhitzen mit Schwefel erforderlich werden; schliesslich entsteht Nickelsulfat, das beim Glühen die Schwefelsäure fahren lässt, als Oxyd zurückbleibt und dann noch mit Kohle reducirt wird.

b) Nickelgewinnung auf nassem Wege. Diese Methode variirt sehr nach der Zusammensetzung der Erze und es existirt kein für alle Fälle massgebendes Verfahren. Hauptsächlich kommen folgende Operationen vor: 1) Auflösen des Röstgutes in Salzsäure, 2) Ausfällen des Eisens durch Kalk oder Soda nach vorhergehender Oxydation durch Chlor oder Chlorkalk, wenn das Eisen als Chlorür oder Oxydul in Lösung war; 3) Ausfällen des Kupfers durch Schwefelwasserstoff, ein in sanitärer Beziehung sehr wichtiger Act, der zur grössten Vorsicht auffordert und neuerdings durch den ursprünglich für die Ausfällung des Arsens aus der Schwefelsäure construirten Fällthurm von *Gerstenhöfer* eine viel grössere Sicherheit für die Arbeiter darbietet. Der Thurm ist hydraulisch verschlossen und die Lösung fällt tropfenweise in eine Atmosphäre von Schwefelwasserstoff herab, der am obern und untern Theile des Thurms in einem besondern Apparat entwickelt wird, in welchen auch der in der kupferfreien Lösung aufgelöste Schwefelwasserstoff durch Erhitzen derselben mittels Wasserdampf's wieder zurück-

getrieben wird. 4) Ausfällen des Kobalts als Sesquioxyd Co_2O_3 durch Chlorkalk. 5) Ausfällen des Nickels als Nickeloxydhydrat $Ni_2(OH)_6$ durch Kalkmilch; 6) Glühen des Niederschlags, um wasserfreies Nickeloxyd Ni_2O_3 zu erhalten; 7) Reduction des vom Kalke und Gipse gereinigten Nickeloxyds durch Glühen mit Kohle.[2])

In Deutschland werden namentlich in Iserlohn, auf dem Blaufarbenwerkconsortium zu Oberschlema und Pfannenstiel bei Schneeberg sowie auf der Victoriahütte bei Naumburg am Bober Nickel- und Kobalterze zu Nickelmetall, Nickelkupferlegirungen, Nickel- und Kobaltbarren sowie zu Kobaltoxyd verarbeitet. Häufig wird auch nickel- und kobalthaltige Speise als Nebenproduct an Nickelwerke abgesetzt.

Ausser in Schweden und Norwegen finden sich namentlich in Ungarn reiche Nickel- und Kobalterze.

Sanitäre Verhältnisse bei der Verhüttung der Nickel- und Kobalterze.

Wenn man berücksichtigt, dass die Kobalt- und Nickelerze das Hauptmaterial für die Gewinnung des Arsens liefern (Arsenkies ausgenommen), so muss bei der Verhüttung auch auf diesen Hauptbestandtheil ein grosses Gewicht gelegt werden; es existirt kein Kobalt- oder Nickelerz, welches nicht Arsen in chemischer Verbindung oder als Beimengung enthält. Die ganze Kobalt- und Nickelindustrie ist daher von diesem giftigen Metall begleitet; weder der nasse noch trockne Weg zur Gewinnung des Metalls ist ohne das Auftreten von Arsen einzuschlagen. Hierauf beruht die sanitäre Bedeutung dieses Verfahrens; mag man auch in den verschiedenen Darstellungsweisen noch so sehr variiren, dem Arsen wird man dabei überall begegnen. Stets ist daher bei der Nickelindustrie die Gefährlichkeit des Staubes sowie die Beschaffenheit der Abfallwässer in's Auge zu fassen.

So lange die Erze im Gestein eingeschlossen sind, können sie keiner Oxydation unterliegen; diese tritt aber sofort ein, sobald sie im feuchten Zustande dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs unterliegen. Beim Arsen bildet sich stets arsenige Säure, welche entweder frei auftritt oder aber mit den Oxyden derjenigen Metalle sich verbindet, mit welchen das Arsen verbunden vorkommt.

Die Handscheidung mit dem damit verbundenen Staube tritt dann stets als der erste, gefährliche Act auf. Der arsenikalische Erzstaub gelangt auf den Respirationswegen leicht in den Organismus und da hier Feuchtigkeit, Sauerstoff und Wärme vereinigt sind, so bildet sich rasch arsenige Säure, welche dann ihre weitere Wirkung entfalten wird.

Bei den Scheid- oder Klaubjungen können sich die Erscheinungen der Vergiftung um so eher zeigen, wenn die Arbeit zur Winterszeit in den Scheidebaracken und überhaupt Handarbeit stattfindet.

Das Pochen und Schlämmen der Erze wirkt auf die Beschaffenheit der Abflusswässer ein; gewöhnlich enthalten sie mechanisch mitgeführte Erze und sind nicht selten fast gesättigt mit arseniger Säure. Die Stollenwässer sind nur bei neuen Gruben unschädlich; sie werden aber nach einer längern Betriebszeit arsenikalisch, wenn das blossgelegte Erz mit Wasser und Sauerstoff in Berührung kommt und hierdurch die Oxydation des Arsens bedingt wird.

Leider besitzt man noch keine hinreichenden Mittel, die Schlämm- und Stollenwässer unschädlich zu machen; gefährlich bleibt es immer, sie in kleine Wasserläufe abzulassen; es droht dadurch nicht allein der Fischzucht, sondern auch den Thieren des Feldes, denen es als Tränke dient, Gefahr. Wo es der Raum und die Gegend gestatten, sind so umfangreiche Klärbottiche als möglich anzulegen, um alle unlöslichen Substanzen thunlichst zurückzuhalten.

Sehr gefährlich sind auch die aufgestürzten Halden, welche häufig jahrelang der Verwitterung preisgegeben werden, um das Erz mürbe zu machen. In solchem Falle werden die arsenikalischen Verwitterungsproducte durch das Regenwasser auf weite Strecken fortgeführt; häufig tritt bei diesen Halden ein rother Beschlag, die Kobaltblüthe, auf.

Wenn diesen Verhältnissen oft nur höchst schwierig Abhülfe zu verschaffen ist, so lässt sich aber um so mehr dem Scheidpersonal die gehörige Aufmerksamkeit widmen. Vor Allem muss dasselbe dazu genöthigt werden, während der Arbeit Schwämme vor den Mund zu binden und das Essen während der Arbeit bei schmutzigen Händen zu vermeiden. Ein Wechsel der Kleidungsstücke nach der Arbeit muss den Arbeitern auf allen Arsenhütten ermöglicht werden; auch soll ihnen stets die Gelegenheit geboten werden, sich nach der Arbeit reinigen zu können.

Das Rösten findet meist in liegenden thönernen Retorten statt; bei diesem Processe ist für die Arbeiter das Aufgeben der Erze, das Umkrücken und das Ausziehen des Röstgutes beachtungswerth und zwar sowohl wegen des Staubes als der auftretenden Dämpfe. Schon beim Aufgeben der Erze treten arsenikalische Dämpfe auf und werden die Arbeiter am meisten von denselben afficirt, wenn die Beschickung durch Einschaufeln geschieht. Man bedient sich am besten hierzu der Füllladen, deren Bodenfläche dem Boden der Retorte entspricht; wenn sie in den Röstraum eingeschoben sind, zieht man den verschiebbaren Boden aus und hebt den Kasten über das Röstgut weg.

Beim Umkrücken müssen die Krückstangen durch Oeffnungen in den Deckeln, welche vorn die Retorten verschliessen, eingeführt werden, damit möglichst wenig Dämpfe in den Fabrikraum eintreten; deshalb ist auch das Ausziehen der Erze gefährlich, weil sich dann hauptsächlich die arsenikalischen Dämpfe entwickeln. Um die Arbeiter möglichst vor diesen zu schützen, ist ein gut ziehender Rauchfang über den Mündungen der Retorten anzubringen. Das Röstgut muss man sofort in eiserne Kasten ablassen; die hierbei beschäftigten Arbeiter leiden vielfach an Geschwüren der Arme und Hände. Immerhin müssen sie sich durch Vorbinden von Schwämmen vor Mund und Nase schützen; der reichliche Genuss von Speck und fettigen Speisen wird allgemein bei Arbeiten mit Arsen für ein Präservativ gehalten. Der Hauptschutz muss stets darin bestehen, dass man die schädlichen Dämpfe aus dem Bereiche der Arbeiter entfernt; es müssen daher hinreichend lange Condensations-Canäle, die mit der hintern Ausmündung der Retorten in Verbindung stehen. den Abzug der Dämpfe bewirken. Die meist gleichzeitig auftretende schweflige Säure erschwert die Condensation der arsenikalischen Dämpfe sehr, weil diese durch die schweflige Säure erfahrungsgemäss lange suspendirt gehalten werden. Ausser den Absorptionsmitteln für diese Säure würde sich noch mehr eine regelmässige Berieselung in einzelnen Condensations-Kammern empfehlen.

Bei der Nickelgewinnung aus der Nickelspeise auf trocknem Wege sind namentlich beim Rösten die erwähnten Vorsichtsmassregeln zu beachten. In einer Fabrik in der Provinz Sachsen führt aus jedem Röstofen ein gemauerter Condensationscanal in horizontaler Richtung nach einem 22,6 Meter hohen und 0,18 Meter weiten Schornstein, der im Ganzen 8 Condensationsröhren aufnimmt. Bei sorgfältiger Leitung der Feuerung und Regelung der Zuglöcher sollen keine Dämpfe in den Fabrikraum treten. Ueber der Mündung jeder

Retorte ist ein geräumiger Fang von Eisenblech angebracht, der mit einem 15 Meter hohen Schornstein von Eisenblech communicirt. Obgleich auf diese Weise die beim Ausnehmen des Röstgutes auftretenden Dämpfe frei in die Atmosphäre treten, so sollen doch angeblich keine nachtheiligen Einwirkungen auf die zunächst gelegenen Gärten, Wiesen und Aecker beobachtet worden sein; nur die Bienenzucht soll dort ganz eingegangen sein, eine Erfahrung, die auf allen Arsenhütten gemacht worden ist. Jedenfalls gebietet die Vorsicht, die Fangkappen über den Retorten mittels gemauerter Züge mit den Condensations-Canälen und dem Hauptschornstein in Verbindung zu setzen; je zahlreicher die Retorten sind, desto länger müssen auch die Condensations-Canäle sein und nöthigenfalls mit Condensationskammern versehen werden.

Ganz besondere Beachtung verdienen auch die beim Kleinmachen der Nickelspeise abfallenden Wässer; sie dürfen weder frei noch in Schlinggruben abgelassen werden, sie müssen vielmehr aufgespeichert und mit Eisenvitriol und Kalk versetzt werden, bevor sie zum Abfluss gelangen.

Bei der Nickelgewinnung auf nassem Wege ist die Fällung des Kupfers durch Schwefelwasserstoff in sanitärer Beziehung am wichtigsten. Wird der Gerstenhöfer'sche Fällthurm sachgemäss behandelt, so kann man der Beschädigung der Arbeiter und der Belästigung der Adjacenten vorbeugen. [3]) Ausserdem hat man bei den verschiedenen chemischen Processen den Abfallwässern die sorgfältigste Aufmerksamkeit zu widmen, wenn sie arsenhaltig sind; sie müssen dann in oben angegebener Weise behandelt werden.

Nickelindustrie. Nickel gewinnt immer mehr an Werth, da es manche Legirungen darstellt, welche den Säuren und dem atmosphärischen Sauerstoff widerstehen. Bis vor einem Decennium diente es vorzugsweise zur Darstellung von Neusilber (Nickel, Kupfer und Zink). Die Versuche, Gusseisen für Geschützguss durch Nickelzusatz zu verbessern, haben noch keinen Erfolg gehabt; Legirungen von Nickel, Antimon und Zinn werden aber hoffentlich der Legirung von Blei und Zinn starke Concurrenz machen, da eine solche Legirung für die Anfertigung vieler Gegenstände sich weit besser eignet als Zinn und Blei. Nickel und Kupfer für das Prägen von Scheidemünzen zu benutzen, bietet viele Vortheile dar.

Einen grossartigen Umschwung hat aber die Vernickelung von Eisen oder Stahl genommen; die verschiedensten Gegenstände, Handgriffe an Thüren, Kochgeschirre, Verzierungen an Oefen u. s. w. werden auf galvanischem Wege vernickelt, nachdem Amerika den Anstoss dazu gegeben hat. Man löst kupfer- und arsenfreies Nickel in Schwefelsäure und fügt die Lösung zu einer Lösung von Ammoniumsulfat, wobei das Nickel als Nickelammoniumsulfat präcipitirt wird. Durch Auswaschen und Neutralisiren des Niederschlags mit Ammoniak erhält man ein neutrales Ammoniumdoppelsalz, das als Vernickelungsbad dient.

Kobalt, Co.

Kobalt kommt nie gediegen, sondern meist mit Arsen als **Speiskobalt** (Sachsen, Böhmen, Spanien) und mit Schwefel und Arsen als **Glanzkobalt** (Schweden, Norwegen) vor. **Kobaltkies** ist Kobaltsulfürsulfid mit Eisensulfid (Schweden, Westphalen) und **Kobaltblüthe** arseniges und arsensaures Kobalt. **Manganhaltiges Kobalterz** kommt in der Lausitz vor und wird zur Gewinnung von Nickel und Kobalt in der Weise benutzt, dass man zunächst die Erze in verschlossenen Bottichen mit Salzsäure behandelt und das sich entwickelnde Chlor gleichzeitig zur Chlorkalkfabrication benutzt. Die rückständige Lauge enthält Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel und Kupfer.

Letzteres wird durch Schwefelcalcium resp. Schwefelwasserstoff herausgefällt: die hiervon getrennte Flüssigkeit wird mit so viel Kalk versetzt, dass sie noch etwas sauer reagirt. Dadurch wird Eisen gefällt, während Mangan, Nickel und Kobalt durch Krystallisation getrennt werden: es ist dies ein ganz neuer und höchst wichtiger Industriezweig.

Das fast weisse und dehnbare Kobalt-Metall findet noch keine Verwendung.

Die **Einwirkung von Kobalt auf den thierischen Organismus** bedarf noch einer genauern Prüfung. *Gmelin*[1]) sah nach der Ingestion von 6 Gran (0,36 Grm.) Kobaltsulfat bei einem Kaninchen keine Wirkung: erst 30 Gran (2 Grm.) hatten am folgenden Tage den Tod zur Folge.

Kobaltchlorür erzeugte in einer Gabe von 10 Gran (0,6 Grm.) bei einem Hunde mittlerer Grösse nur einige Mal Erbrechen: dasselbe war auch bei einem Hunde der Fall, dem 24 Gran (1,5 Grm.) trocknen Kobaltchlorürs in das Unterhautzellgewebe gebracht wurde.

Siegen[2]) will dagegen gefunden haben, dass Kobaltnitrat und Kobaltchlorür, die arsenfrei waren, bei einem Frosche in einer Gabe von 0.01 Grm. in einer halben Stunde und bei einem kräftigen Kaninchen in einer Menge von 0,3 Grm. wahrscheinlich durch Lähmung der Herzmusculatur tödtlich einwirkten. Jedenfalls gehört Kobalt nicht zu den sehr giftigen Metallen, wenn es arsenfrei ist.

Kobaltverbindungen.

Kobaltsilicat (Kali-Kobaltoxydul-Silicat $CoO, 2SiO_3 + KO, 2SiO_3$ nach Ludwig) ist in industrieller Beziehung die wichtigste Verbindung, heisst **Smalte** und wird durch Zusammenschmelzen von Kobaltoxyd mit farblosem Glase dargestellt. Sie wird zum Bläuen von Papier und namentlich bei der Glas- und Porcellanmalerei benutzt. Kobalterze, namentlich Glanzkobalt und Speiskobalt, sind schon im 16. Jahrhundert zum Blaufärben der Glasmasse benutzt worden. Zuverlässig hat sich um die Jahre 1550—1560 Christian Schürer, ein böhmischer Glasmacher, hiermit beschäftigt; er brachte wenigstens zuerst ein blaugefärbtes Glas in den Handel. Aus Sachsen ging dieser Industriezweig nach Holland, dann nach Zafra, einem Orte der spanischen Provinz Estremadura.

Der Name Zaffer, Kobalt-Zaffer, welcher kieselsaure Kobaltoxydul-Verbindungen bezeichnete, mag daher rühren; später benannte man so das Rohmaterial zum Bläuen, nämlich das geröstete und mit Sand gemischte Kobalterz. Der Name Saflor, Kobaltsaflor ist irrthümlich aus Zaffer entstanden.

Die **Darstellung der Smalte** geschieht auf den sogen. Blaufarbwerken. Die gerösteten Kobalterze, welche hauptsächlich aus Kobaltoxyd, Kobaltoxydul, Arsen und Nickel bestehen, werden gepocht und gesiebt und heissen dann Zaffer; sie werden mit Sand und Pottasche gemischt und zusammengeschmolzen. Die Blaufarböfen sind den gewöhnlichen Glasöfen ganz gleich, indem rund um das Feuer die Hafen auf einer Herdbank stehen: die Feuerung geschieht durch Holz. Während des Schmelzens entweicht ausser der Kohlensäure, die sich aus der frittenden Masse entbindet, eine Menge arsenikalischer Dämpfe und schweflige Säure.

Das Kobalt verbindet sich mit dem Glasfluss und stellt die Smalte dar, während die übrigen fremden Metalle, namentlich Nickel und Eisen, unoxydirt bleiben und in den Hafen zusammenschmelzen. Diese geschmolzene Metallmasse wird durch die Speisgasse abgelassen: sie stellt die sogen. Kobalt- oder Nickelspeise dar, welche von weiss-röthlicher, metallglänzender Farbe ist, 49—52 % Nickel enthalten kann und daher hauptsächlich zur Gewinnung des Nickels benutzt wird (s. Nickelindustrie).

Das **Sortiren** des blauen Glasflusses geschieht durch Pulverisiren, Schlämmen und den Gebrauch verschiedener Siebapparate. Die Schmelze wird nämlich sofort abgelöscht, wodurch das erhaltene Glas mürbe wird und zerfällt. Je feiner das Pulver ist, desto heller ist die Farbe. Die gröbsten Theile wurden früher als Streusand benutzt.

Seit der Darstellung des künstlichen Ultramarins werden die Blaufarbwerke mehr zur Gewinnung des Nickels als der Smalte benutzt; nur Holland ist das einzige Land, in welchem die Smalte noch viel Verwendung findet.

In sanitärer Beziehung ist zu bemerken, dass das Pulverisiren des gerösteten Erzes sehr leicht einen gefährlichen Staub veranlassen kann, welcher auch beim Vermischen der betreffenden Ingredienzen entsteht. Die Augenlieder

werden hierbei am meisten afficirt und würden sich die Arbeiter am besten durch Masken von Florseide schützen, wenn keine geschlossenen Siebapparate zur Verfügung stehen; letztere sollten aber nie fehlen, da sie auch beim schliesslichen Sieben des Röstgutes erforderlich sind.

Beim Schmelzen resp. Fritten und Schmelzen der Mischung ziehen die arsenikalischen Dämpfe und schweflige Säure mit den Feuergasen ab und es ist höchst schwierig, hierbei eine Condensation derselben zu bewirken. In den meisten Fällen scheut man auch die hieraus erwachsenden Kosten, so dass sich die schädlichen Dämpfe in der nächsten Umgegend verbreiten und die Vegetation im Umkreise von mehreren Stunden vernichten. Aus diesem Grunde sind aber auch Blaufarbwerke nur in sterilen Gegenden anzulegen und durchaus nicht in der Nähe von bewohnten Ortschaften zu dulden.

Das Ablöschen des Kobaltgutes, d. h. der Smalte, das Vermahlen derselben unter Wasser, sowie schliesslich das Schlämmen der gemahlenen Smalte erzeugen bisweilen arsenikalische Abfallwässer, deren Abfluss dann in vorschriftsmässiger Weise (s. S. 779) zu regeln ist. Dies ist aber nur dann erforderlich, wenn die Smalte speishaltig ist, was jedoch nicht im Interesse der Fabricanten liegt und daher nur selten vorkommt.

Die Kobalt- oder Nickelspeise entwickelt beim Ablassen stets giftige Dämpfe von arseniger Säure und Arsen; diese Procedur muss deshalb stets unter einem gut ziehenden Rauchfange stattfinden.

Kobaltfarben.

Roseokobaltchlorid. Für die Darstellung von **Zinkgrün, Rinmann's Grün** benutzt man jetzt eine andere Methode, indem man dazu Roseokobaltchlorid verwendet. Die braune Lösung von Kobaltchlorür in Ammoniak wird an der Luft allmählig roth; kocht man sie mit überschüssiger Salzsäure, so scheidet sich ein rothes Pulver, **Purpurkobaltchlorid** $CoCl_3 . 5NH_3$, aus. Setzt man zu der genannten Lösung kalte Salzsäure, so wird ein ziegelrothes Pulver gefällt, das **Roseokobaltchlorid** oder **Chlorroseokobaltiak** $CoCl_3 . 5NH_3 + H_2O$ heisst; wird dieses Pulver mit Zinkweiss vermischt und bei schwacher Rothgluth erhitzt, so lange noch Chlorzinkdämpfe entweichen, so erhält man ein sehr gut deckendes Grün.

Kobaltoxyd. Die Benutzung des **Kobaltoxyds** Co_2O_3 zur Sauerstoffentwicklung s. S. 71. Wird Kobaltoxyd mit Zinkweiss erhitzt, so erhält man den **grünen Zinnober.** Für sich allein wird es wie Kobaltoxydul in der Porcellan- und Glasmalerei benutzt. Ein schönes Violett für Papier- und Zeugdruck wird durch Glühen des salpetersauren Kobaltoxyduls erhalten. **Kobaltgelb** erhält man durch Vermischen einer Kobaltoxydullösung mit Kaliumnitrit.

Kobaltultramarin, Thénard's Blau, ist ein Kobaltoxydul-Aluminat, welches dargestellt wird, indem man eine Lösung von Alaun und einem Kobaltoxydulsalze mit Natriumphosphat oder Natriumcarbonat fällt, das Präcipitat auswäscht, trocknet und glüht. Die Farbe ist zwar luft- und feuerbeständig, erscheint aber beim Lampenlicht schmutzig-violett. Letztere Eigenschaft besitzt nicht das **zinnsaure Kobaltoxydul** $SnO_3 . CoO$, welches, mit Zinnsäure und Gips gemengt, das sogenannte **Coeruleum** darstellt.

Kobaltchlorür $CoCl_2$, welches man durch Auflösen von Kobaltoxydul CoO in Salzsäure erhält, dient in Auflösung als sympathetische Dinte. Schreibt man nämlich damit auf Papier, so schwindet die Schrift zu einer hellrosarothen Farbe, erwärmt man aber das Papier auf 120–150°, so wird die Schrift lebhaft blau.

Thallium, Tl.

Thallium kommt nicht frei in der Natur, sondern hauptsächlich in Begleitung von Schwefel- und Kupferkies vor; *Crookes* entdeckte es zuerst (1861) im Bleikammerschlamm einer Schwefelsäurefabrik am Harze. Es ist namentlich der Schlamm der Schwefelsäurefabriken, welche thalliumhaltige Pyrite (Eisenkies) bearbeiten, aus welchem es auch jetzt noch häufig dargestellt wird.

Das Metall ist zinnweiss, weich und überhaupt dem Blei ähnlich; es schmilzt bei 285° und destillirt in der Weissgluth; an der Luft oxydirt es sich bald; die Oxydschicht ist im Wasser leicht löslich. Alle seine Verbindungen färben die Flamme intensiv grün und wirken auf den thierischen Organismus höchst giftig ein und zwar wegen ihrer Leichtlöslichkeit noch bedeutender als die betreffenden Bleisalze.

Die **Verbindungen des Thalliums** sind mit denen des Bleies in chemischer und physiologischer Beziehung sehr ähnlich; im Allgemeinen werden sie aber noch für giftiger gehalten, wie sich auch aus Versuchen an Thieren ergeben hat, die unter Zittern und Lähmungserscheinungen zu Grunde gehen. Ein kleiner Hund wird durch 1 Grm. Thalliumcarbonat binnen wenigen Stunden getödtet.[1]) Der Chemiker *Strecker* hat in Folge jahrelanger Beschäftigung mit Thallium seine Gesundheit ganz zerrüttet und wahrscheinlich seinen frühen Tod herbeigeführt.

Technische Verwendung hat das Thallium bis jetzt fast nur in der Glasfabrication gefunden: das Thalliumglas zeichnet sich durch das grösste specifische Gewicht aus.[2])

Ein prachtvolles Grünfeuer bildet sich aus einer Mischung von chlorsaurem Thallium, Calomel und Harz. Die Dämpfe, welche hierbei entstehen, sind aber sehr gefährlich und gestatten die allgemeine Anwendung dieses Feuersatzes nicht.

Mit Thalliumoxydul getränktes Papier ist ein sehr empfindliches Reagens auf Ozon, wie *Schönbein* gefunden hat.

Gold, Aur.

Gold kommt meist gediegen vor und findet sich im Sande fast aller grössern Flüsse. Es wird nur von Königswasser zu Goldchlorid gelöst.

Gewinnung von Gold. Beim goldführenden Sande bedarf es nur eines Schlämmens mittels besonders construirter Apparate, um das Gold zu gewinnen. Der goldführende Quarz wird geglüht, durch Wasser abgeschreckt und dann wie der Goldsand behandelt.

Der goldhaltige Schlämmschlich ist nicht frei von Eisenverbindungen und wird deshalb in den sogen. Quick- oder Goldmühlen mit Quecksilber behandelt. Das hierdurch entstandene Goldquecksilber (Amalgam) wird durch Auspressen in ledernen Beuteln vom überschüssigen Quecksilber befreit und in Glockenöfen geglüht, um das Gold als sogen. Tellergold zu gewinnen.

Die Amalgamation, die auch bei goldreichen Erzen im Gebrauche ist, erfordert stets eine grosse Aufmerksamkeit, um Mercurialaffectionen zu verhüten.

Die Eintränkungsarbeit wird bei goldhaltigen Schwefelmetallen nothwendig und besteht in Rösten und Schmelzen, um das Gold zu concentriren; dann wird es mit Bleiglätte zusammengeschmolzen, während das Blei auf dem Treibherde oder in Muffeln wieder abgetrieben wird. Man hat hier auf eine sorgfältige Ableitung der auftretenden Bleidämpfe zu achten, um die hier oft vorkommenden Bleivergiftungen zu verhüten.

Die Extraction mit Chlorwasser geschieht bei sehr goldarmen Erzen, namentlich bei Arsenikabbränden. Das entstandene **Goldchlorid** $AuCl_3$ wird mit Schwefelwasserstoff behandelt, um das Gold niederzuschlagen.

Im Deutschen Reiche wurde im Jahre 1870 eine Menge von 411 Pfund Gold gewonnen und zwar meist als Nebenproduct der Blei-, Silber- und Kupferhütten. Die

Bleientsilberung durch Zink gestattet jetzt mehr als sonst die Gewinnung von Gold auf Bleihütten.

Goldscheidung. Da das Gold stets Silber enthält, so wendet man zur Trennung des Silbers vorzugsweise zwei Methoden an: 1) Die Affinirung besteht in der Behandlung des Metallkorns mit concentrirter Schwefelsäure, welche das Silber unter Entwicklung von schwefliger Säure auflöst; letztere tritt so reichlich auf, dass sie verwerthet oder jedenfalls unschädlich gemacht werden muss. Das präcipitirte Gold wird ausgewaschen und unter einer Boraxdecke eingeschmolzen, das erhaltene Silbersulfat mit Kochsalz gefällt und das präcipitirte Chlorsilber mit Soda in Graphit reducirt.

2) Das Scheiden durch die Quart oder die Quartation. Diese Bezeichnung rührt von der frühern Annahme her, dass Silber dreimal mehr als Gold vorhanden sein müsse, wenn die Scheidung auf nassem Wege zu Stande komme. Gegenwärtig schmilzt man den Regulus mit so viel Silber zusammen, dass das Gold nur ¼ der Legirung beträgt. Man walzt letztere aus und behandelt sie mit chlorfreier Salpetersäure, wobei viel salpetrige Säure auftritt, die abgeleitet werden muss. Das in Streifenform zurückbleibende Gold wird noch mit Borax eingeschmolzen.

Goldindustrie.

Legirungen des Goldes. Das Gold geht fast mit allen Metallen, Eisen ausgenommen, Legirungen ein. Um ihm eine grössere Härte zu geben, wird es mit Kupfer und Silber legirt, wobei keine nachtheiligen Einflüsse auf die Gesundheit der Arbeiter stattfinden. Um den Gehalt einer Goldlegirung zu bezeichnen, gebraucht man das Wort karätig; man theilt ein halbes Pfund oder eine Mark in 24 Karate und den Karat in 12 Grän ein; unter 14karätigem Gold ist eine Legirung von 14 Th. Gold und 10 Th. Kupfer zu verstehen.

Das Probiren des Goldes, d. h. die Bestimmung des Goldes, geschieht durch Kupellation, indem man dem goldhaltigen Korn je nach seiner Farbe ein bestimmtes Gewicht an Silber und ungefähr die 10fache Menge an Blei zusetzt und das Ganze zusammenschmilzt. Nach dem Abtreiben wird das silberhaltige Korn ausgeplattet und mit Salpetersäure degerirt. Das Gold, welches zurückbleibt, wäscht man ab, trocknet, glüht und wägt es.

In sanitärer Beziehung sind hier die Bleidämpfe sehr zu beachten, da sie leicht Bleiaffectionen bei Goldarbeitern bedingen.

Das **Färben** des Goldes besteht darin, dass man die aus kupferlegirtem Golde angefertigten Waaren, um ihnen ein schöneres Ansehen zu geben, glüht und in eine Beize von verdünnter Salpetersäure bringt, welche das Kupfer von der Oberfläche auflöst und reines Gold blosslegt. Dann folgt das Abkochen im Absud oder in der Goldfarbe, einer Mischung von Kochsalz, Salpeter und Salzsäure; das hierbei sich bildende freie Chlor löst zwar etwas Gold auf, dasselbe schlägt sich aber als sehr feine Schicht auf der Oberfläche wieder nieder.

Die **Goldschlägerei** bringt das Gold auf mechanische Weise durch blosses Hämmern zur grossen Vertheilung. Man behandelt auf dieselbe Weise die Blätter von Bronze, Silber, Platin und Aluminium (s. S. 717) und schlägt sie zwischen Pergament oder bei grösserer Feinheit zwischen dem Epithelium des Blinddarms des Ochsen (Goldschlägerhäutchen). Gesammelt werden sie in Form von Büchelchen zwischen mit Bolus geglättetem Papier.[1])

Der Abfall heisst Gekrätz, Krätze, Schawine; wird letztere eingeschmolzen (s. S. 253), so benutzt man sie auch als Goldbronze (Maler-, Muschelgold). Statt des Einschmelzens kann man auch die Extraction mit Chlorwasser anwenden (s. S. 782).

Das Blattgold benutzt man wie die Bronze zum Vergolden von Holz, Stein, Eisen u. s. w., wobei in sanitärer Beziehung zu beachten ist, ob man zum Grundiren Bleiweiss und Firniss, oder Leim und Kreide benutzt.

Die **Vergoldung** auf chemischem Wege findet in derselben Weise wie das Versilbern (s. S. 682) statt. Auch hier ist bei Legirungen von Kupfer, bei Neusilber u. s. w. die Reinheit der metallischen Oberfläche die erste Bedingung: erst nach der Beize folgt die Application des Goldamalgams. Bei der Abtreibung des Quecksilbers ist der Condensation der metallischen Dämpfe die erforderliche Aufmerksamkeit zu widmen; beim Mangel derselben tritt bekanntlich bei Vergoldern häufig Zittern der Glieder als Folge der Quecksilber-Vergiftung ein.

Für **Malerei auf Glas und Porcellan** wird Gold in Königswasser gelöst; die Lösung verdünnt man mit vielem Wasser, trennt zuerst das ausgeschiedene Silber durch Filtration und präcipitirt das Gold durch salpetersaures Quecksilberoxydul, wobei sich

Quecksilberchlorid bildet, das in der Lösung bleibt. Letztere ist deshalb mit Vorsicht zu behandeln und durch Zink zu Gute zu machen, um das Quecksilber metallisch auszuscheiden. Der braungelbe Niederschlag von Gold wird abgewaschen und mit Wismuthoxyd und Rosmarinöl auf Glasplatten abgerieben. Die Arbeitsräume sind gewöhnlich mit den ätherischen Dämpfen erfüllt und erfordern daher eine kräftige Lüftung.

Nach dem Auftragen und Trocknen des Goldniederschlags erfolgt das Einbrennen in Muffeln und das Poliren mit dem Polirachat.

Die Vergoldung von Gläsern auf nassem Wege beruht auf der Reduction des Goldes mittels Traubenzuckers. Zur Darstellung von Spiegeln ist jedoch dieses Verfahren nicht zu empfehlen, da das Licht roth reflectirt wird.

Goldpurpur ist ein durch Zersetzung von Goldchloridlösung mit Zinnchlorürlösung entstandener purpurfarbiger Niederschlag, der ebenfalls in der Glas- und Porcellanmalerei verwendet wird und früher Purpur des Cassius genannt wurde.

Fixirsalz für photographische Zwecke entsteht durch Zusatz von Natriumhyposulfit zu einer verdünnten Goldchloridlösung und ist demnach unterschwefligsaures Goldoxydul-Natrium $3Na_2S_2O_3 + Au_2S_2O_3 + 4H_2O$.[2])

Platin, Pt.

Platin kommt stets in Verbindung mit Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium und Ruthenium vor, die deshalb auch Platinmetalle genannt werden.

Die **Gewinnung des Metalls** aus den Erzen erfolgt vorzugsweise auf nassem Wege, indem diese in Königswasser gelöst werden; die Lösung wird eingedampft und mit einer Lösung von Salmiak versetzt. Es bildet sich eine unlösliche Doppelverbindung: Platinchlorid-Ammoniumchlorid $PtCl_4 + 2NH_4Cl$, welche durch Glühen zu metallischem Platin reducirt wird. In neuerer Zeit schmilzt man auch die Erze in kleinen Oefen aus gebranntem Kalk mittels des Knallgasgebläses.

Platin ist nur in Königswasser löslich und deshalb zur Anfertigung von Abrauchschalen für Schwefelsäure-Fabriken sehr geeignet. In grossartigem Massstabe wird Platin fast nur in London und Paris verarbeitet.

Eine vielseitige Verwendung findet Platin jetzt zur Verplatinirung von Metallen, Porcellan, Glas u. s. w. In der Porcellanmalerei dient es namentlich als Scharffeuerfarbe und zur Darstellung der Lüsterfarben, mit denen man Porcellan, Fayence und feines Steinzeug verziert.

Die Leichtigkeit, mit welcher Platin auf Glas übertragen werden kann, lässt noch auf eine mannigfache Benutzung dieses Metalls für technische Zwecke hoffen. Platinspiegel sollen sogar die Metallspiegel ersetzen; man braucht hierzu nur mit Lavendelöl zusammengeriebenes Platinchlorid mit dem Pinsel auf das Spiegelglas aufzutragen, den Ueberzug zu trocknen und in einer Muffel einzubrennen.

Legirungen von Platin mit Stahl, Silber und Kupfer sind schon für die Technik benutzt worden. Eine Legirung von Platin und Iridium zeichnet sich namentlich durch Härte und Unlöslichkeit, eine solche von Platin und Kupfer durch grosse Aehnlichkeit mit Gold aus.

Platinschwarz oder **Platinmohr** ist ein aus den Lösungen von Platinchlorid gefälltes, **Platinschwamm** durch Glühen des Platinsalmiaks $PtCl_4 + 2NH_4Cl$ erhaltenes Platin von grosser Feinheit und Zertheilung.

Nach *Gmelin*[1]) riefen 10 Gran Platinsalmiak, in 1 Unze Wasser suspendirt in den Magen eines Kaninchens gespritzt, nach 8 Stunden Diarrhoe hervor; am andern Morgen wurde es todt gefunden. Die Section ergab Entzündung des Magens und Darms. — Ein Hund mittlerer Grösse verfiel nach der Ingestion von 20 Gran nur in heftiges Erbrechen, erholte sich aber am andern Tage vollständig. Nach einer subcutanen Application von 12 Gran zeigten sich keine Symptome.

Palladium, Pd.

Palladium hat in der Industrie nur eine sehr beschränkte Verwendung. Da es nicht von Schwefelwasserstoff geschwärzt wird, so dient es zur Darstellung von Scalen und Kreiseintheilungen bei astronomischen Instrumenten.

Legirungen von Palladium, Silber, Gold und Kupfer werden als Zapfenlager in Uhren oder auch zum Ersatz des Goldes in der Zahntechnik benutzt. Das mit Wasserstoff beladene Palladium hält bekanntlich *Graham* für eine Legirung von Palladium mit metallischem Wasserstoff — Hydrogenium.

Palladiumchlorür $PdCl_2$, das beste Reagens auf Kohlenoxyd, bewirkt nach *Gmelin* nach einer Ingestion von 10 Gran bei Hunden Erbrechen und Durchfall; Kaninchen sollen in Folge von Magenentzündung zu Grunde gehen.[1])

Iridium, Ir.

Iridium ist fast ausschliesslich in der Porcellanmalerei in Gebrauch; es liefert eine schöne schwarze und graue Farbe.

Nach *Gmelin* sind die schwer löslichen Iridiumsalze unwirksam, die leicht löslichen wirken ähnlich wie die Palladiumverbindungen.[1])

Osmium, Os.

Osmium kommt meist schon mit Iridium legirt in der Natur vor oder wird aus den goldhaltigen Osmium-Iridium-Erzen dargestellt. Die Legirung zeichnet sich dadurch aus, dass sie nicht magnetisch, nicht oxydirbar und unbiegsam ist; man hat sie daher zur Darstellung der Zapfen, auf denen die Nadeln der Schiffscompasse ruhen, empfohlen.

Osmiumverbindungen.

Osmiumoxyd OsO_2 und **Osmiumsesquioxyd** Os_2O_3 werden dadurch dargestellt, dass man die entsprechenden Chlorverbindungen (Osmiumchlorür $OsCl_2$ und Osmiumchlorid $OsCl_3$) mit Kalilauge versetzt; es schlagen sich dann die Oxyde als schwarze Pulver nieder.

Gmelin fand, dass die Osmiumoxydlösung bei Hunden starkes Erbrechen hervorrief; er ist jedoch der Ansicht, dass das Osmiumoxyd vom Magen aus nicht in sehr hohem Grade giftig sei, weil mit den flüssigen Excrementen schwarze Flocken abgingen, die reducirtes Osmium zu sein schienen. Bekannt sei es, dass Osmiumoxyd durch thierische Substanzen reducirt werde; dies reducirte Osmium könne dann die ganze innere Fläche des Tractus intest. überziehen und hauptsächlich hierdurch die Ernährung stören.

Bei einem kräftigen Hunde wurden Morgens 15 Drachmen Osmiumoxydlösung (= 1,325 Gran metallisches Osmium) in die Vena jugularis injicirt; nach mehrmaligem Erbrechen erfolgte der Tod unter leichten Convulsionen 1 Stunde hernach. Bei der Section fanden sich die Lungen stark aufgetrieben, blass, mit rothen Flecken besetzt; die Bronchialverzweigungen und die ganze Luftröhre waren mit einem dicken, schneeweissen Schleim erfüllt, der die Consistenz von Seifenschaum hatte. Das Herz zog sich auf Reize nur schwach zusammen.[1])

Weit entschiedener hat sich die giftige Wirkung der Osmiumsäure herausgestellt.

Osmiumsäure H_2OsO_4 ist in freiem Zustande nicht bekannt; von den Salzen kommt das **osmiumsaure Kalium** $K_2OsO_4 + 2H_2O$ am häufigsten vor und kann wie die Osmiumoxydlösung in der Mikroskopie zur Schwärzung der anatomischen Präparate benutzt werden.

Die Osmiumsäure besitzt giftige Eigenschaften; schon *Vauquelin*, *Berzelius* und *Wöhler* heben ihre irritirende Wirkung auf die Respirationsorgane, Augen und die Haut hervor, womit alle Chemiker übereinstimmen, die sich mit ihrer Darstellung beschäftigten. Auch *Fremy*, der Entdecker der Osmiumsäure, spricht von ihren giftigen Eigenschaften. Sie hat einen unangenehmen, an Chlor und Jod erinnernden Geruch, einen stechenden Geschmack und ist namentlich sehr flüchtig: wegen letzterer Eigenschaft erfordert sie die grösste Vorsicht bei den Manipulationen mit derselben. Ein von *Raymond*[2]) mitgetheilter Unglücksfall, der sich im Laboratorium von *Deville* ereignet hat, wird als Beweis hierfür angeführt; dabei kam während der chemischen Operationen Schwefelammonium als Gegenmittel zur Anwendung. Bei dem bis dahin gesund gewesenen 30jährigen Manne konnte eine schleichende Pneumonie mit Tendenz zu Gangrän nachgewiesen werden; die ganze linke Lunge war in eine verdichtete Masse verwandelt, die an einzelnen Stellen zur Cavernenbildung neigte. Die Nieren befanden sich im zweiten Stadium der Bright'schen Krankheit, während sich an der grossen Magencurvatur Blut-Austretungen von Handgrösse zeigten. *Personne* vermochte aber die Osmiumsäure nirgends mehr chemisch nachzuweisen.

Der Verstorbene hatte sich bei der Darstellung des Normalmetermasses seit dem December 1873 viel mit Osmium beschäftigt, welches er mit salpetersaurem Barium in osmiumsaures Barium überführte, während letzteres mit Salpetersäure behandelt wurde. Zuerst zeigten sich Augenschmerzen ohne Störung der Sehkraft, unruhiger, ängstlicher Schlaf und im Februar 1874 ein röthlicher Hautausschlag an den Händen und im Gesicht; hierauf folgten heftige Kopfschmerzen, Verdauungsbeschwerden, Koliken, Diarrhoe mit blutigen Entleerungen. Vor seinem Eintritt in das Hospital, am 15. April 1874, traten Brechneigung ohne Erbrechen und Husten ein, zu dem sich Schüttelfrost und Athembeschwerden gesellten. Bei seiner Aufnahme hatte er eine Temperatur von 40,6° und bot die Erscheinungen einer Bronchitis und linksseitigen Pneumonie dar, welches durch die Section bestätigt wurde. Die Hände und der Vorderarm bedeckten sich mit einem papulösen Exanthem, die Papeln erschienen von verschiedener Grösse, von röthlich-brauner Farbe und hatten eine Abschuppung der Epidermis zur Folge. Die Temperatur blieb auf 40° und im Urin liess sich deutlich Eiweissgehalt nachweisen; 20 Tage nach der Aufnahme in's Hospital trat der Tod ein.

Inwieweit in diesem Falle das Antidot und vielleicht die Dämpfe der Salpetersäure oder auch die Krankheits-Anlage mit eingewirkt haben, lässt sich natürlich nicht mehr ermessen.

Ueberosmiumsäureanhydrid OsO_4 entsteht beim Erhitzen von Osmium im Sauerstoffstrom und krystallisirt in langen farblosen Prismen. Diese Säure hat ebenfalls einen stechenden und durchdringenden Geruch, der an Chlorschwefel erinnert; ihre Dämpfe reizen ebenfalls im höchsten Grade.

Molybdän, Mo.

Molybdän kommt in der Natur als **Molybdänglanz** (MoS_2) und **Gelbbleierz** (Bleimolybdat $PbMoO_4$) vor.

Molybdänwasserstoff MoH_2 entsteht durch Einwirkung von verdünnter Salzsäure auf Molybdänkalium und ist ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas; es übt keine giftige Wirkung auf den Thier-Organismus aus.[1])

Molybdänsäure H_2MoO_4 wurde einer Taube in einer Menge von 1 Grm. eingeflösst, ohne dass auffällige Erscheinungen eintraten.

Gmelin fand, dass 30 Gran molybdänsaures Ammonium bei einem starken Kaninchen erst am 3. Tage Convulsionen erzeugten, auf die ¼ Stunde hernach der Tod eintrat. Es ist fraglich, ob das Präparat auch ganz rein war.[2])

In der Industrie, namentlich beim Seiden- und Baumwoll-Zeugdruck, finden die Molybdänverbindungen nur eine beschränkte Anwendung.

Das **Molybdänblau** besteht aus molybdänsaurem Molybdänoxyd; mit Pikrinsäure kann es zum Grünfärben benutzt werden.

Wolfram, W.

Wolfram findet sich in der Natur als Wolfram (wolframsaures Eisen), als Scheelit (wolframsaures Calcium) und Scheelbleierz (wolframsaures Blei). Wolframerze finden sich in Sachsen, Böhmen, im Harz, in England, Frankreich und Schweden.

Das Metall geht mit Eisen eine harte Legirung ein; der Wolframstahl enthält 2 % Wolfram und besitzt einen grossen Vorzug vor dem gewöhnlichen Stahl.[1])

Wolframsäure H_2WO_4 stellt ein gelbes Pulver dar, welches durch Zusatz von Salpetersäure zur heissen Lösung eines wolframsauren Salzes erhalten wird.

Einwirkung der Wolframsäure auf den thierischen Organismus. Nach der Ingestion von 0,9 Grm. Wolframsäure bemerkte man bei einer kräftigen Taube am 2. Tage einen Zustand von Betäubung, der sich durch schläfriges Wesen und Schwanken kund gab. Dabei zeigten sich Ausfluss einer trüben Flüssigkeit aus dem Schnabel, wässrige Kothentleerung und unregelmässiger, zeitweilig vermehrter Herzschlag. Während sich die Respiration verlangsamt, sinkt die Körperwärme um 1 Grad; das Thier vermag sich nicht mehr auf den Beinen zu halten. Am 3. Tage zittert der ganze Körper unter schwachen Zuckungen, die Pupille erweitert sich und reagirt schwach; die Taube bleibt dann in der Seitenlage und wird am Morgen des 4. Tages in der Leichenstarre gefunden.

Section. Das Gehirn und seine Häute sind nicht blutreich, ebenso wenig die Plex. venos. spinal.; der Kropf enthält nur ein paar Wicken. Die Lungen sind blass und nicht blutreich, dagegen strotzt das ganze Herz von flüssigem, kirschrothem Blute. Die Schleimhaut des Magens ist dunkelgrün, die des Duodenums und Leerdarms mit dunkelblauem Schleim bedeckt.

Beim Sectionsbefunde fiel am meisten das von Blut strotzende Herz auf, während unter den Krankheitserscheinungen die verminderte Fresslust, die Verlangsamung der Respiration und die herabgesetzte Körperwärme hervorzuheben sind.

v. Hasselt und *Gmelin* beobachteten bei Hunden nach der Ingestion von 1 Dr. wolframsaurem Ammonium keine Wirkung. Bei einem Hunde mittler Grösse bewirkte nach *Gmelin* eine Gabe von 40 Gran wolframsaurem Natrium nur ein einmaliges Erbrechen; ein Kaninchen starb bei 40 Gran desselben Präparats nach 3 Stunden unter Convulsionen. Uebrigens konnten Hunden selbst Gaben von 10 Gran ohne Nachtheil in das Gefässsystem eingespritzt werden, so dass man berechtigt ist, Wolfram nicht zu den sehr giftigen Metallen zu rechnen.[2])

In der Technik gebraucht man die Wolframbronze (wolframsaures Natrium mit wolframsaurem Wolframoxyd) beim Tapetendruck, zum Anstreichen der Metalle, zur Darstellung des Glanzpapiers; das Salz hat aber nicht denselben Werth wie die Metallbronze-Farben. Ausserdem gibt es ein neues Mineralgelb (Wolframsäure), ein braunes Wolframoxyd (WO_2), ein neues Mineralblau (wolframsaures Wolframoxyd W_2O_5). Wolframsaures Chrom und wolframsaures Kupfer kommen bei der Fabrication von Anilinschwarz zur Verwendung; ausserdem liefert die Wolframsäure mit Nickel und Chrom eine grüne, mit Kobalt eine violette, mit Zinn eine indigblaue Farbe.

Unter den Salzen ist das **wolframsaure Ammonium** das wichtigste; man stellt es dar, indem man Wolframsäure in Aetzammoniak löst und abdampft, wobei das Salz in weissen, glänzenden Nadeln anschiesst. Man wendet die Lösung dieses Salzes zum Durchtränken von weiblichen Kleidungsstücken an, um dieselben schwer entzündlich zu machen; übrigens kann man dieses Salz vortheilhaft durch Ammoniumsulfat und Ammoniumphosphat ersetzen.

Nach *Sacc* benutzt man das wolframsaure Barium bei Aquarell- und Oelmalerei sowie bei der Chromolithographie anstatt des Bleiweisses als weisse Deckfarbe mit gutem Erfolge.

Wolframsaures Natrium, das erste Product bei der Verarbeitung der Wolframerze, dient in der Färberei statt der Zinnsalze und zur Fabrication von Dinte. Wolframsäure verbindet sich mit allen Proteïnkörpern zu unlöslichen Verbindungen, die sich in alkalisch reagirenden Flüssigkeiten lösen; diese Eigenschaft ist in der Technik zur Darstellung eines künstlichen Albumins benutzt worden. Frisch gefälltes Wolframsäurehydrat besitzt eine stark entfärbende Kraft.

Setzt man nach *Sonnenschein* zu Leim Wolframsäure oder wolframsaures Natrium und dann Salzsäure hinzu, so bildet sich bei 30—40° eine so elastische Verbindung von

Wolframsäure und Leim, dass sie sich zu dünnen Platten ausziehen lässt. Das Gerben mit Natriumwolframiat hat sich nicht bewährt, weil das Leder zu hart wird.

Durch Behandlung von Natriumwolframiat mit Phosphorsäure erhält man nach *Scheibler* die Natriumsalze von zwei **Phosphorwolframsäuren**: die Säuren selbst haben sich als ausgezeichnete Reagentien auf organische Basen bewährt.[3])

Uran, U.

Uran findet sich in der Natur hauptsächlich als **Uranpecherz** (Uranoxydoxydul $U_3O_8 = 2UO_3 + UO_2$).[1])

In Betreff der **Einwirkung der Uranverbindungen auf den thierischen Organismus** ergab sich, dass eine Taube nach der Ingestion von 0,9 Grm. Uranoxyd U_2O_3 gar kein Unwohlsein verrieth.

Gmelin hat nach 15 Gran salpetersaurem Uran*) bei einem Hunde gar keine Störung im Befinden desselben beobachtet. Nach der Ingestion von 24 Gran Uranchlorid starb ein Kaninchen 52 Stunden hernach und fanden sich im Magen Erscheinungen einer heftigen Entzündung.[2]) *Leconte* will die Ausbildung der letztern bei kleinern Thieren und selbst bei grössern Hunden nach Gaben von 0,5—1 Grm. beobachtet haben. Wenn aber eine Taube, die bekanntlich zu den empfindlichsten Thieren gehört, nach unsern Beobachtungen selbst bei 0,9 Grm. ganz gesund blieb, so dürfte bei den hiermit nicht im Einklange stehenden Versuchen die Reinheit der Präparate zu bezweifeln sein.

Bei der **hüttenmännischen Gewinnung** der Uranverbindungen aus dem Uranpecherz treten viele schädliche Gase und Dämpfe auf, namentlich wenn das Erz in Reverberir- oder gewöhnlichen Calciniröfen geröstet wird. Ausser Wasser und empyreumatischen Stoffen entweichen arsenige, schweflige Säure, Quecksilber-, Blei- und Antimonoxyddämpfe neben geringen Mengen von Zink-, Blei- und Thalliumdämpfen: es sind daher Condensationsvorrichtungen hierbei erforderlich. Nach dem Rösten folgen das Pochen und die Behandlung mit Königswasser, wobei viel Chlor und Untersalpetersäure entweichen. Zu Joachimsthal in Böhmen glüht man die Erze nach dem Rösten mit Soda und Salpeter und laugt sie mit heissem Wasser und Schwefelsäure aus.

Durch Uebersättigung mit Soda stellt man die Uranoxyd-Natronlösung dar und erhält durch deren Behandlung mit Kalium-, Natrium- und Ammoniumhydrat gelbe Fällungen, welche im Handel nach den verschiedenen Nüancirungen verschiedene Namen bekommen. Zu Joachimsthal beschäftigt man sich vorzugsweise mit der Darstellung folgender Präparate:

Urangelb (Kaliumuranat $K_2U_2O_7 + 3H_2O$) erhält man, wenn die mit Kaliumcarbonat bereitete Uranlösung mit Kaliumhydrat gefällt wird.

Urangelb, licht- und orangefarbig, wird aus der Sodalösung mit Schwefelsäure resp. Natriumhydrat gefällt; glüht man den Niederschlag, so erhält man die hochorangefarbige Nüancirung.

Uranoxydhydrat (Uranoxyd-Ammoniak) wird erhalten, wenn man die Uransalzlösung mit Salmiak oder Ammoniumsulfat kocht.[3])

Uranoxydul UO_2 stellt man durch Glühen des Hydrats bei Luftabschluss dar.

Verwendung finden die Uranpräparate in der Glasfabrication zum Färben des Glases, in der Porcellanmalerei und Photographie.

---

*) Nach der modernen Chemie entsteht durch Auflösen von Uranoxyd in Salpetersäure salpetersaures Uranyl $UO_2(NO_3)_2 + 6H_2O$.

Schlussbetrachtung.

Nachdem die mannigfachen Vorgänge in der Industrie, welche die Gesundheit der Arbeiter zu schädigen vermögen, im Speciellen dargelegt worden sind, bleibt noch übrig, einige allgemeine, das Wohl der Arbeiter betreffende Gesichtspuncte zu beleuchten. Es gehören hierher: die innere Einrichtung der Fabriken, die Arbeitsdauer, die Unterrichts- und Bildungsmittel, die Wohnungs-Verhältnisse und die Anstalten zur Fürsorge für erkrankte Arbeiter.

Die innere Einrichtung der Fabriken. Wenn der Grundsatz: Sorge für eine reine Luft, an der Spitze aller sanitären Bestrebungen steht, so muss auch die innere Einrichtung der Fabriken zur Verwirklichung desselben beitragen. Das Besondere der Einrichtung hängt natürlich von der Art der Fabrication ab, eine allgemeine Berücksichtigung kann aber die Sorge für Licht und Luft finden. Es müssen daher bei allen nach der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juli 1869 concessionspflichtigen Anstalten die Grösse des Grundstücks, die Entfernung desselben vom benachbarten Grundstücke, die Lage, Bauart und Ausdehnung der Betriebsstätte stets mit Rücksicht auf die genannten Erfordernisse geprüft werden. Der Umfang der Arbeitsräume muss der Anzahl der Arbeiter entsprechen, das Tageslicht ist durch Herstellung grosser Fenster zugänglich zu machen und die Erneuerung der Luft durch eine hinreichende Grösse, Anzahl und zweckmässige Lage der Fenster so viel als möglich zu begünstigen. Die Höhe der Arbeitsräume hängt von der Art der Beschäftigung ab; eine Höhe von 3,5 Meter ist aber als das Minimum zu betrachten, welches durchschnittlich unter allen Umständen zu verlangen ist. Spinnereien, Färbereien, Beuch- und Waschanstalten u. s. w. verlangen aber schon wegen der erhöhten Temperatur, die dort vorherrschend ist, viel höhere Räume; sie müssen um so höher sein, je grösser der Betrieb und je umfänglicher die Aufstellung der Maschinen ist. Bei allem Maschinenbetrieb ist so viel Raum zu erfordern, dass die gefährlicheren Maschinentheile hinreichend mit Schutzvorrichtungen versehen werden können und die Bewegung der Arbeiter frei und ungehindert bleibt. Eine offene Dachfirst ist für viele Arbeiten sehr zweckmässig und um so mehr zu empfehlen, je mehr sich Dampf oder Staub in den Betriebsstätten entwickelt. Der Dachfirst ist dann mit der hinreichenden Anzahl von Luken zu versehen, um die Wirkung derselben nach der Richtung der Winde beliebig reguliren zu können.

Die Ventilations-Einrichtungen sollten weit mehr als bisher in Gebrauch gezogen und bei allen Arbeiten mit starker Staubbildung polizeilich vorgeschrieben werden. In den meisten Fabriken liefert die vorhandene Dampfmaschine den hierzu erforderlichen Motor; man gehe nur einen Schritt weiter und bringe mit dem Motor den für die Verhältnisse geeigneten Ventilator in Verbindung, um viele Leiden zu verhüten und die Arbeitskräfte zu erhalten. Wegen der hohen Wichtigkeit dieses Gegenstandes werden wir auf denselben noch einmal zurückkommen und die vielfachen Mittel und Wege zur Erreichung des anzustrebenden Zieles berühren.

Staub, differente Gase und Dämpfe bleiben die grössten Feinde der menschlichen Gesundheit, wo sie auch auftreten mögen. Wenn in Krankenhäusern eine unreine Luft das Blut der Pfleglinge zu alteriren im Stande ist, so muss solches natürlich auch in Betriebsstätten in ähnlicher Weise stattfinden, wenn eine mannigfach verunreinigte Luft beständig auf die Arbeiter einwirkt. Ein bestimmtes Luftquantum aber für jeden Arbeiter pro Stunde festzusetzen, unterliegt in der Praxis vielen Schwierigkeiten, obgleich man vom theoretischen Standpuncte aus in gewöhnlichen Fabriken eine ventilatorische Zufuhr von 60 Kubikmeter Luft und in solchen mit schädlichen Dämpfen u. s. w. eine Menge von 100 Kubikmeter pro Kopf und Stunde für nothwendig erklärt hat. Die Lufterneuerung muss jedenfalls um so ergiebiger sein, je mehr die Fabrication mit Staub, schädlichen Gasen und Dämpfen verbunden und je grösser die Anzahl der Arbeiter ist, die in einem bestimmten Raume thätig ist. Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann man übrigens die Regel aufstellen, für jeden Arbeiter wenigstens einen Luftcubus von 15—20 Kubikmeter festzusetzen, um hiernach im hygienischen Interesse der Zahl der Arbeiter entsprechend den Umfang der Arbeitsräume zu bemessen (s. S. 550).

Die Lufterneuerung muss mit der Sorge für allgemeine Reinlichkeit Hand in Hand gehen und in der ganzen Einrichtung der Fabrik eine Unterstützung finden. Die Wände der Räume müssen deshalb, wenn es die Fabrication gestattet, mit Mörtel verputzt und mit einem Kalkanstrich versehen werden; letzterer ist wenigstens einmal jährlich zu erneuern. Der Fussboden ist, wo es thunlich erscheint, aus Fliesen, Klinkern oder guten Ziegelsteinen u. s. w. herzustellen, um das Scheuern, Aufwischen u. s. w. desselben zu erleichtern und die Ansammlung des Staubes zu verhüten. Er muss cementirt oder mit Steinplatten belegt werden, wenn dem Eindringen schädlicher Flüssigkeiten u. s. w. vorgebeugt werden soll; es darf daher auch nicht an wasserdichten Rinnen oder Rohrleitungen fehlen; sogen. Schlinggruben sind um so weniger zulässig, wenn es sich um differente Abfallwässer handelt; Flüssigkeiten, die aufzuspeichern oder mit Präcipitations- resp. Desinfectionsmitteln zu behandeln sind, dürfen nur in cementirte, isolirt gelegene und gehörig bedeckte Absatzgruben abgelassen werden.

Die Treppen der Fabrik sind in einem Treppenhause anzubringen und aus Stein, Cement u. s. w. zu construiren, um die Reinlichkeit besser handhaben zu können. Corridore wird man schon des Raumersparnisses wegen vermeiden.

Besondere Räume für die verschiedenen Mahlzeiten und den Wechsel der Kleidung sind um so unerlässlicher, je gefährlicher die Stoffe sind, mit denen der Arbeiter sich beschäftigen muss. Badeeinrichtungen müssen zum Inventar einer jeden grössern Fabrik gehören.

Die Arbeiter in grossen Etablissements sind in sanitärer Beziehung immerhin in einer bessern Lage als die im Kleingewerbe, da sich dieses noch viel zu

sehr der Controle entzieht und in keinem Lande die Gesetzgebung hinreichende Anhaltspuncte liefert, um hier den sanitären Nachtheilen entschieden entgegen zu treten.

Die Arbeitsdauer. Grade bei den vielseitigen Verhandlungen über die Arbeitsdauer hat man stets mehr die Grossindustrie als das Kleingewerbe berücksichtigen können, weil nur erstere eine ausreichende Beaufsichtigung ermöglicht. England ist namentlich oft das Land gewesen, in welchem die Interessen der Arbeitgeber mit denen der Arbeiter in Conflict geriethen und erst lange Kämpfe mit der Selbstsucht der Humanität den Sieg verschafften. Mag auch dort noch mancher Schaden fortwuchern und das Gesetz häufig illusorisch machen*), immerhin hat England den Anstoss zu Reformbewegungen auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege gegeben. Kaum ist das Gesetz vom 10. August 1872 (35 u. 36. Vict. 8. 79) erlassen worden, nach welchem der Inspector sowohl über jeden schädlichen und gesundheitswidrigen Gewerbe- und Fabriksbetrieb innerhalb seines Districtes als auch über alle Contraventionen gegen die bezüglichen Verordnungen Bericht zu erstatten hat, als schon neue Verhandlungen das Gesetz vom Jahre 1874 (37 u. 38. Vict. Cap. 44) geschaffen haben, welches mit dem 1. Januar 1876 in Wirksamkeit getreten ist. Auf Grund dieses Gesetzes sind die frühern Bestimmungen theilweise ergänzt, theilweise geregelt worden und beziehen sich fast ausschliesslich auf die vom Gesetze geschützten Personen, somit 1) auf Kinder, d. h. Unerwachsene unter 14 Jahren, 2) auf junge Leute, d. h. Unerwachsene von 14 Jahren bis unter 18 Jahren und 3) auf Frauen von 18 Jahren und darüber. Diese Bestimmungen lauten folgendermassen:

Niemand unter 18 Jahren darf in einer Fabrik beschäftigt werden, ehe sein Name in ein öffentliches Register eingetragen ist. Jede Person unter 16 Jahren muss ein ärztliches Attest über das Alter beibringen; die betreffenden Aerzte sind von dem Inspector zu ernennen. Ein ärztliches Attest, dem er hinsichtlich der Angabe des Alters keinen Glauben schenkt, kann er für ungültig erklären. Kein Kind unter 10 Jahren darf in einer Fabrik beschäftigt werden.

Die Tageszeit für die Beschäftigung der Kinder, Unerwachsenen und Frauen sollen die Stunden zwischen 6 Uhr Morgens und 6 Uhr Abends oder zwischen 7 Uhr Morgens und 7 Uhr Abends sein. In beiden Fällen dürfen sie nicht länger als 4½ Stunden hintereinander ohne Unterbrechung von einer halben Stunde für eine Mahlzeit beschäftigt werden; an jedem Tage sollen 2 Stunden für alle Mahlzeiten zusammen gewährt werden und zwar mindestens 1 Stunde vor 3 Uhr Nachmittags; die eigentliche Arbeitsdauer ist somit auf 10 Stunden für die geschützten Personen festgesetzt. Ein Kind, welches des Vormittags in Schichtarbeit beschäftigt gewesen ist, darf Nachmittags nach 1 Uhr nicht mehr arbeiten; geschieht die Schichtarbeit an abwechselnden Tagen, so darf ein Kind gleich Unerwachsenen und Frauen beschäftigt werden, aber niemals an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. An Samstagen dürfen überhaupt Kinder, Unerwachsene und Frauen nicht später als bis Nachmittags 2 Uhr beschäftigt werden.

Die Frist für die Beschäftigung der geschützten Personen darf nur nach schriftlicher Meldung beim Inspector geändert werden. Keine derselben darf während der für die Mahlzeiten gelassenen Frist in irgend einem Raume der Fabrik beschäftigt werden oder sich nur aufhalten, widrigenfalls sie als ungesetzlich beschäftigt angesehen wird.

Am Eingange einer jeden Fabrik muss folgende Bekanntmachung angeschlagen werden: 1) Name und Adresse des Inspectors und des Subinspectors, 2) Name und Adresse des Arztes, welcher die Zeugnisse für die Fabrik ausstellt,

---

*) In dem halben Jahre von Ende October bis Ende April 1875 wurden 1003 Fälle von Verletzung der Fabrik- und Werkstättengesetze durch die Inspectoren verfolgt. An Strafen sind insgesammt 658 Pfd. Sterl. bezahlt worden. Die meisten Straffälle bezogen sich auf Kinder ohne Schulatteste und Beschäftigung der Kinder und Frauen bei Nachtarbeit.

3) Bezeichnung derjenigen Uhr, nach welcher die Arbeitsstunden in der Fabrik regulirt werden; diese Uhr muss eine öffentliche und vom Inspector gebilligte sein. 4) Angabe der Stunden, während deren Kinder, Unerwachsene und Frauen in der Fabrik beschäftigt werden; 5) die Tageszeiten und Fristen für die Mahlzeiten, 6) die Art der Beschäftigung von Kindern, ob schichtweise je am Morgen und am Nachmittage oder an abwechselnden Tagen.

Im Wesentlichen stimmen somit die aufgestellten Grundsätze mit den bereits S. 25 u. s. w. erörterten Bestimmungen überein.[1])

Unterrichts- und Bildungsmittel. Die neuern englischen Bestimmungen haben auch den Schulbesuch für die Fabrikkinder geregelt: die Eltern sind jetzt verpflichtet, jedes Kind unter 14 Jahren, welches in einer Fabrik beschäftigt ist, zum Schulbesuche anzuhalten, wofern nicht ein Kind von mindestens 13 Jahren von einer dazu ermächtigten Person ein Zeugniss beibringt, dass es die vorschriftsmässigen Kenntnisse im Lesen, Schreiben und Rechnen besitzt. Bei Tagesschichtarbeiten müssen die Kinder an jedem Tage, wo sie nicht arbeiten, 5 Stunden die Schule besuchen (Samstag ausgenommen). Der Besitzer einer Fabrik muss dem Inspector auf Verlangen ein Zeugniss über den Schulbesuch der verflossenen Woche vorzeigen. Für den Schulunterricht, welchen der Besitzer bezahlt, darf nur der zwölfte Theil des Lohnes abgezogen werden.[2])

Ueber die grosse Bedeutung des Schulbesuchs und dessen nachhaltigen Einfluss auf die ganze Gesittung der Arbeiter können nur übereinstimmende Urtheile laut werden. Auch in England ist dies stets anerkannt worden, aber es hat dort eines langen Kampfes mit alten Vorurtheilen bedurft, ehe man den Schulzwang siegreich durchgeführt hat. Auch jetzt noch müssen die englischen Fabrikinspectoren die Erfahrung machen, dass manche Eltern ihre Kinder nur als Mittel zum Erwerbe betrachten und den Schulunterricht zu umgehen suchen. Ueberall gibt sich die Wahrnehmung kund, dass Arbeiter, die Schulkenntnisse zeigen, fleissiger, sittsamer und ordnungsliebender sind, auch sich bereitwilliger den bestehenden, ihr leibliches Wohl befördernden Anordnungen fügen, während sich Gleichgültigkeit oder Widerstreben gegen die Vorschriften der Fabrikordnung am häufigsten mit Rohheit und Unwissenheit paaren. Mit guten Schulkenntnissen vereinigt sich viel häufiger ein Sinn für das Schöne, für Naturgenuss, Gesang, Musik und bessere Gesellschaft; es befestigt sich die sittliche und religiöse Grundlage, welche den Charakter veredelt und auch das selbstständige Denken fördert. Verständiges Nachdenken wird den Arbeiter am sichersten leiten und ihn überzeugen, dass er stets die gesundheitlichen Gefahren seines Standes zu beachten hat. Nicht um ein Anhäufen von Kenntnissen handelt es sich beim Arbeiter, sondern nur um eine in der Volksschule erworbene Grundlage der Geistesentwicklung, auf welcher er seine weitere geistige und sittliche Ausbildung zu fördern vermag. Volksbibliotheken und Arbeiterbildungsvereine sind daher wichtige Hebel zur Hebung des Arbeiterstandes und die geeigneten Mittel, um die Kluft zwischen Fabricanten und Arbeitern zu überbrücken. In solcher Weise hat die „Ligne de l'enseignement de France“ ihre Thätigkeit begonnen, indem ältere Bürger als Lehrer der jüngern auftreten und öffentliche Vorlesungen, Lehrcurse, Abendgesellschaften u. s. w. die wohlthätigsten Anregungsmittel liefern.

Wohnungen der Fabrikarbeiter. Die grossen, dichtbevölkerten Städte sind es besonders, welche den Arbeitern den Besitz einer gesunden Wohnung immer mehr erschweren, da die hohen Miethpreise sie nöthigen, sich auf den kleinsten Raum zu beschränken; von einer Trennung der Wohn- und Schlafräume ist selten die Rede; schlechte Wohnungen bilden daher auch am häufigsten Krankheitsherde und wirken dann um so verderblicher ein, je mehr schlechte Ernährung und Pflege des Körpers hinzutreten; epidemische Krankheiten finden erfahrungsgemäss den günstigsten Boden beim Zusammenwirken solcher Verhältnisse.

In schlechten Wohnungen geht auch häufig der Sinn für Sittlichkeit zu Grunde, denn wo die verschiedensten Altersclassen zusammengedrängt sind, verliert sich das Schamgefühl, es entstehen Sittenlosigkeit und Verwahrlosung. Will man die Gesittung eines Volkes heben, so muss man auch die Verbesserung seines leiblichen Wohles zu fördern suchen.

Die Wohnungsfrage hat somit eine grosse Bedeutung und übt einen wichtigen Einfluss auf das körperliche und geistige Wohl der Menschen aus. Den ersten Anstoss zu Reformbewegungen auf diesem Gebiete hat ebenfalls England gegeben, nachdem durch die Verherungen, welche die Cholera unter der ärmeren Bevölkerung angerichtet hatte, die grössten Uebelstände und eine gänzliche Vernachlässigung der öffentlichen Gesundheitspflege aufgedeckt wurden.

Auch in Deutschland und andern Ländern mussten erst allgemeine Nothstände die Wichtigkeit sanitätspolizeilicher Ueberwachung der Wohnungsverhältnisse der ärmern Bevölkerung vor Augen führen.

Prinz Albert, der verstorbene Gemahl der Königin Victoria, hat ein Musterhaus auf eigene Kosten erbauen lassen, um ein practisches Beispiel zu liefern, wie solche Häuser gebaut werden sollten.[3]) Wir wollen hierbei von den einzelnen Einrichtungen, welche durch die klimatischen Verhältnisse, Sitten und Gebräuche geboten werden, absehen und nur den wichtigsten Umstand erwähnen, dass alle überirdischen Theile des Gebäudes aus Hohlziegeln angefertigt sind: hierbei ist darauf Rücksicht genommen worden, dass sich in den Umfassungsmauern regelmässige, verticale Canäle bilden. Man erspart dadurch im Winter Brennmaterial und gewinnt im Sommer kühle Räume. Bringt man an diesen Canälen an geeigneten Stellen Oeffnungen an, so erzielt man eine Ventilation, welche auch jede Feuchtigkeit aus den Mauern in Folge der raschen Verdunstung verdrängt und auf diese Weise das Gebäude vollkommen trocken erhält. Statt der Balkenlage sind Gewölbe angebracht, welche nach dem System der Topfgewölbe ebenfalls aus Hohlziegeln bestehen. Hierdurch wird bei Feuersgefahr den Bewohnern eine grössere Sicherheit geboten: auch werden die einzelnen Familien vor dem Geräusch der nächsten Nachbarschaft, Kindergeschrei u. s. w. geschützt.

Diese ganze Bauart schliesst so viele ausserordentliche Vortheile in sich, dass sie auch für Casernen, Schulen und kleinere Hospitäler zu empfehlen ist.

Das Cottage-System, nach welchem jedes Wohnhaus nur zweistöckig und rechts und links von einer Gartenanlage umgeben ist, liefert das Hauptmittel, um der natürlichen Ventilation einen ausreichenden Spielraum zu gewähren. In den industriereichen Gegenden von Westphalen und Oberschlesien hat dieses System nach dem Muster von England schon viel Verbreitung gefunden.[4])

In den Vereinigten Staaten ist man mit manchen hygienischen Einrichtungen schneller vorgegangen als in Europa; man sorgt dort nicht bloss für Wohnhäuser, sondern auch für Pensionen, Bibliotheken u. s. w. Die Pacific Mills, ein sehr bedeutendes Etablissement in Lawrence (Massachusetts), halten z. B. viele Wohnhäuser, welche den Arbeitern für einen mässigen Preis verpachtet werden. Baut sich ein Arbeiter selbst ein Haus, so erhält er von den Banken gegen Hypothek die halbe Bausumme geliehen. Für Unverheirathete ist durch Logirhäuser gesorgt, von denen die einen für männliche, andere für weibliche Arbeiter bestimmt sind; ein grosser Speisesaal und ein Versammlungslocal gewähren ausserhalb der Arbeit einen angenehmen Aufenthalt, während grossartige Bibliotheken für geistige Nahrung sorgen.

Ländliche Arbeiterwohnungen leiden wenigstens in Deutschland noch an grossen Mängeln; kalte, nasse, tiefer als die Strasse gelegene Wohn- und Schlafstuben, kleine Fenster, schlechte Feuerung und jeder Mangel an Ventilation vereinigen sich hier, um den vielgepriesenen Landaufenthalt nur in seinen sanitären Nachtheilen kennen zu lernen. In Preussen hat sich zwar die öffentliche Fürsorge auch auf die ländlichen Arbeiterwohnungen erstreckt.[5]) Gleichgültigkeit, Festhalten am Bestehenden und Beschränktheit erschweren aber die Fortschritte in dieser Richtung ungemein. Auch hier sollte jede Familie streng geschieden von der andern sein, besondere Wohn- und Wirthschaftsräume besitzen. Die Einzelwohnung schliesst überall die grössten Vortheile in sich, wie die

ursprüngliche altgermanische Einrichtung war, aber die zunehmende Vertheuerung des Bodens und die Vermehrung der Bevölkerung hat dieses System immer mehr in den Hintergrund gedrängt.

Der Billigkeit wegen sind bisher stets mehrere Familien Bewohner eines Hauses; freilich kann man auch hierbei durch zweckmässige Anordnung den Wohnräumen grosse Vortheile verschaffen; um die Reinlichkeit beobachten zu können, muss jede Wohnung einen doppelten Ausgang haben; der Fronteingang führt vom Flur grade in die Küche, welche mit dem Hofe zu verbinden ist; Wohnstube und Kammer liegen seitlich vom Flur. Auf diese Weise können 4 Familien in einem Hause untergebracht werden; da es aber eine geringe Tiefe hat, so lässt es sich im Winter schwieriger heizen; Hohlwände würden diesen Nachtheil beseitigen.

Mustergiltig sind in dieser Beziehung die in England angelegten Arbeiter-Colonien der bemittelten Gutsherren (Gentlemen farmers), wo durchschnittlich 2 Familien in einem zweistöckigen Hause wohnen.

Die Fürsorge für erkrankte Arbeiter. Ausser einer sachgemässen ärztlichen Behandlung, die hierbei stets in den Vordergrund zu stellen ist, kommt die nicht minder wichtige Frage über die Anlage der Krankenanstalten zur Sprache. Die Lage, der Boden und die Construction der Krankenanstalten sind namentlich in Betreff der Beschaffung zuträglicher Luft so wichtig, dass sie einer eingehenden Erörterung bedürfen. Uebrigens kommen die hier massgebenden Gesichtspuncte auch für die Reinerhaltung der Luft in den Werkstätten zur vollen Geltung, da sich die bezüglichen hygienischen Ziele unter den verschiedensten Verhältnissen begegnen.

Zunächst soll selbstverständlich auch ein Arbeiter-Krankenhaus nie in einem Complex von Häusern oder zwischen und in engen Strassen liegen; eine erhöhte Lage ist bezüglich der Anlage der Abzugscanäle von Vortheil; bei der Wahl der Himmelsrichtung zieht man im Allgemeinen die nach Süd-Osten vor. Der Boden darf nicht feucht und muss frei von hohem Grundwasser oder putriden Zersetzungsstoffen sein; ein felsiger Untergrund oder ein Lager von Sand und Kies mit einer Unterlage von Mergel ist sehr geeignet. Bei der Wahl des Baumaterials sehe man vorzugsweise auf die Durchlässigkeit desselben, um der Diffusion der Gase kein Hinderniss entgegen zu setzen; gebrannte Ziegeln und Sandsteine sind wegen ihrer Porosität am gebräuchlichsten.

In Betreff des Grundrisses ist gegenwärtig von dem einfach- oder mehrfach gekuppelten Viereck sowie von der Hufeisenform keine Rede mehr. Ein einziger Tract, welcher nach allen Richtungen frei steht, ist für kleinere Krankenhäuser am zweckmässigsten.[6])

Beim ursprünglichen Pavillon- oder Blocksystem wird eine Anzahl kleinerer Gebäude mit einander verbunden und der ganze Complex in einzelne Flügel (Pavillons) aufgelöst, welche, in Radien, Parallelen oder Linien gruppirt, durch Höfe getrennt und nur durch einen ebenerdigen Corridor verbunden sind. Dieses System ist in seiner jetzigen Vervollkommnung das herrschende geworden, indem jeder Pavillon für sich ein getrenntes kleines Krankenhaus darstellt und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Pavillons hinreichend grosse, freie und möglichst bewachsene Plätze darstellen. Indem ein jeder Pavillon mit einer doppelten, einander gegenüber liegenden Fensterreihe und sein Dachfirst mit stellbaren Klappfenstern versehen ist, sind für die wärmere Jahreszeit alle Bedingungen einer natürlichen Ventilation gegeben.

Das Pavillon-System hat den grossen Vortheil, dass niemals eine zu grosse Masse von Kranken zusammengehäuft wird, da in der Regel nur ein

Saal zur ebenen Erde liegt und nur bei nicht contagiösen Krankheiten höchstens noch ein Saal in der ersten Etage hinzukommt. Jeder Saal wird nur mit 12 oder höchstens 24 Kranken belegt.

Ansteckende Kranke werden in einem besondern Pavillon untergebracht. Der Pavillonbau ermöglicht somit eine Krankenzerstreuung, welche erfahrungsgemäss den günstigsten Einfluss auf den Verlauf der Krankheiten ausübt, während sich viele Nachtheile in den mehrstöckigen, kasernenartigen Krankenhäusern vereinigen.

Bei der innern Einrichtung sind hinreichend hohe Säle schon durch den ganzen Baustiel gegeben. Die Fenster müssen möglichst hoch sein und möglichst tief am Fussboden liegen, um die natürliche Ventilation zur vollen Geltung zu bringen. Sehr zweckmässig ist es, jedes Fenster in zwei Theile zu theilen, wobei man dem obersten Theil mittels einer Kurbel eine solche schräge Stellung nach dem Innern des Saales geben kann, dass der Luftstrom nach der Decke geführt wird. Bei Doppelfenstern legt sich hierbei das äussere Fenster an seinem untern Ende nach aussen, wodurch der Luftstrom noch mehr gebrochen wird, indem beide Fenster eine parallele Stellung in schräger Richtung einnehmen und die Richtung des Luftstroms von aussen und unten nach oben und innen gehen muss.

Für den Winter würden auch Glasjalousien in den obern Scheiben sich sehr gut eignen. Versenkungs-Schiebfenster sind leider ganz ausser Mode gekommen, obgleich man hierbei durch eine Versenkung von oben nach unten jede beliebige, der Jahreszeit entsprechende Oeffnung herstellen kann. Da für die Versenkung ein Hohlraum in der Mauer erforderlich ist, so erzielt man hierdurch gleichzeitig den grossen Vortheil einer isolirenden Luftschicht und zwar an der Fensterwand, wo sonst die Abkühlung gewöhnlich am unangenehmsten empfunden wird.

Corridore in der Mitte zweier Zimmerreihen sind unter allen Umständen zu verwerfen.

Das Pavillon-System schliesst grundsätzlich alle Corridore aus. Auch behaupten die Bautechniker, dass alle Corridore eine Raumverschwendung in sich schliessen, wodurch ausserdem die Baukosten sehr gesteigert würden, so dass das Pavillon-System auch durch Billigkeit sich auszeichne.

In einem kalten Klima werden jedoch Corridor-Krankenhäuser namentlich für nicht contagiöse Krankheiten nicht ganz zu vermeiden sein, weil bei rauher und kalter Witterung schon ein gewöhnliches Wohngebäude für gesunde Menschen, welches bei freier Lage 2 gegenüberliegende Fensterreihen besitzt, viele Unzuträglichkeiten mit sich führt. Jeder Corridor soll wo möglich nach dem Hofe oder besser nach einem Garten zu gelegen sein, auch mittels nach innen gelegener Fenster mit den Krankensälen in Verbindung stehen, um sie für die Ventilation benutzen zu können. Wird der Corridor geheizt, so lassen sich ausserdem noch an beiden Enden behufs Ventilation thurmartige Glaslaternen anbringen, welche zwei Dächer haben, zwischen denen die frische Luft einströmt, um sich in den Thurm zu ergiessen.

Ob man für den Luftraum eines Bettes 30 Kubikmeter (1000 Kubikfuss) oder 60 Kubikmeter fordern soll, hängt von der Natur der Krankheiten ab. Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird bei sorgfältiger Reinlichkeit und Luftversorgung das Mindermass ausreichen und zwar bei der Höhe eines Saales von 4,5 Meter (15 Fuss).

Bei der Construction der Säle hat man darauf zu achten, dass ihre Länge viel mehr betragen soll als die Breite und die Fenster natürlich stets an der Längswand anzubringen sind. Den Oelanstrich der Wände zieht man dem Kälken vor, weil ersterer abgewaschen werden kann. Fussböden von Mettlacher Fliesen haben sich sehr gut bewährt.

In Betreff der Wasserversorgung, Ventilation, Heizung und der Aborte vergleiche man die bezüglichen Artikel. Küche, Waschanstalt, Leichenhaus u. s. w. müssen in besondern Gebäuden liegen.

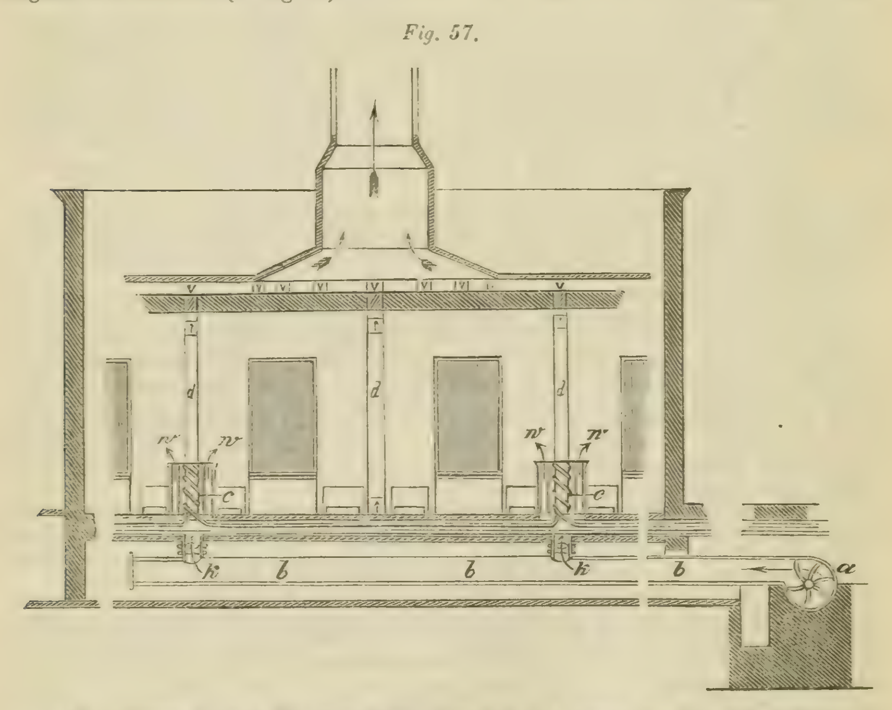
Baracken sind einstöckige, hölzerne Pavillons mit First-Ventilation, deren höchst erfolgreiche Verwendung sich in dem letzten deutsch-französischen Kriege glänzend herausgestellt hat, nachdem bereits im Krimkriege und im amerikanischen Bürgerkriege von den „Hospitalzelten“ ein ergiebiger Gebrauch gemacht worden. Ganz besonders hat der frühere Kriegsminister der Vereinigten Staaten, *Stanton*, die Errichtung von Barackenspitälern angeregt. Eine beliebige Anzahl von Baracken wurden nach dem Pavillonsystem so zusammengestellt, dass sie 30 Fuss von einander standen und entweder zwei convergirende Linien oder strahlenförmig einen Kreis, eine Ellipse oder ein Oblongum bildeten. Statt sie aber, wie früher, mit einander durch gedeckte, zu beiden

Seiten offene Gänge zu verbinden, werden sie jetzt auf Grund besserer Erfahrungen von einander getrennt.

Der Haupterfolg bei der Krankenbehandlung liegt in der ergiebigsten spontanen Ventilation und man ist immer mehr zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Einrichtungen, welche aus dem Schrecken des Krieges entstanden, auch im Frieden als mustergiltig zu betrachten sind. Und so ist es schon dazu gekommen, dass gegenwärtig ein Unterschied zwischen Pavillon und Baracke kaum noch besteht, indem auch der Pavillon bereits eine First-Ventilation erhalten hat und der Corridor ganz verschwunden ist. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur noch darin, dass bei den Pavillons die Aussen- und Zwischenwände von Ziegeln ausgeführt sind, um auch für kältere Jahreszeiten benutzt werden zu können, während die aus Holz construirten Baracken sich ganz besonders für die wärmere Jahreszeit eignen, im Winter aber nur aus Noth in Gebrauch kommen und dann in Anbetracht unserer klimatischen Verhältnisse mit besondern Einrichtungen zum Schutze gegen die Einflüsse der Kälte versehen werden müssen. Einstweilen scheint das Pavillonsystem mit Dachfirst-Ventilation eine höchst beachtungswerthe Art der Kranken-Unterbringung zu gewähren.

Das Pavillon-System hat auch die Ventilationsmethode vereinfacht. Vom **Pulsionssystem** ist man bei Krankenhäusern in der neuern Zeit fast ganz zurückgekommen: die erste Einrichtung dieser Art befand sich im Hospital Lariboisière, in welchem sie von *Grouvelle* und *Farcot* nebst Dampfheizung mit Wasseröfen von *Laurens* eingeführt worden ist (s. Fig. 57).

Fig. 57.



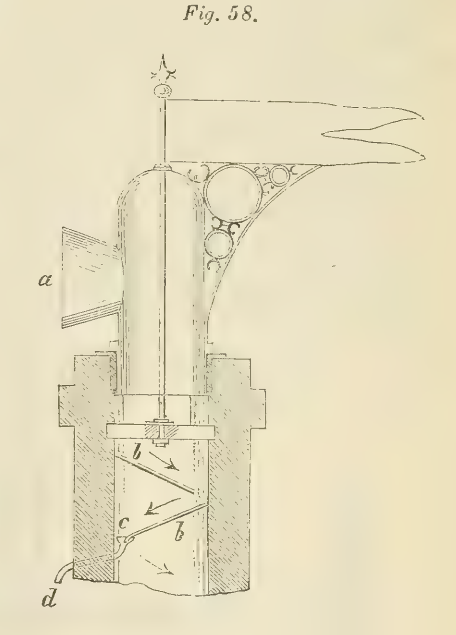
Im Souterrain wird ein Centrifugalventilator (*a*) durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt: derselbe zieht die Luft aus einem Luftschacht und treibt sie in eine Blechröhre (*b*), aus der sie bei *k* mittels kleiner Röhren*) durch den Wasser-

*) Die Methode, die eintretende oder einzutreibende frische Luft auf grossen Flächen durch viele, aber kleine Oeffnungen zu leiten, ist in der Porenventilation vertreten, die durch *Reid* (Illustration of the Theory and Practice of ventilation with remarkes on warming. London 1844) eingeführt worden ist, für welche in neuerer Zeit namentlich der Architect *Scharrath* Propaganda macht. Dass sie in mancher Beziehung auch für die Fabriken mit Nutzen Verwendung findet, ist schon S. 201 gezeigt worden; ebenso gut könnte sie für Eisenbahnwaggons und Schiffsräume nutzbar gemacht werden.

ofen tritt und durch die hier spiralförmig gewundenen Dampfröhren erwärmt wird (c). Bei hohen Kältegraden wird die einzubringende Luft noch in einem besondern Raume durch Dampfheizung vorgewärmt. Angeblich strömen bei diesem System pro Kopf und Stunde 88—132 Kubikmeter Luft ein, während kaum die Hälfte durch die Evacuationscanäle (d) austreten soll; diese haben an der Decke und am Fussboden Oeffnungen (e), und münden im Dachraume in einen gemeinschaftlichen Schlot, der die verdorbene Luft fortführt.

Dieses System hat wenig Nachahmung gefunden; nur in Betreff des Luftschachtes ist noch zu erwähnen, dass man bisweilen an demselben, wie bei den Kaminen, eine drehbare Klappe in der Art anbringt, dass stets die Einströmungsstelle für die Luft dem Strichwinde entgegensteht (s. Fig. 58); der Regen schlägt auf die schiefen Ebenen in der Windrose (*b b*) und fliesst auf der untern Ebene in einer Rinne durch einen Trichter (*c*) nach aussen (*d*) ab.

Fig. 58.



Das **Pulsionssystem** kann sich nur in Verbindung mit einer kräftigen Aspiration wirksam erweisen und zwar aus dem Grunde, weil man den Nachweis nicht zu liefern vermag, ob die verdorbene Luft auch proportional der eingetriebenen verdrängt worden ist. Auch unterliegt die Erwärmung der einzutreibenden Luft vielen Schwierigkeiten, da es nicht ausreicht, die Luft bloss auf einen bestimmten Grad zu erwärmen, man muss vielmehr die Temperatur derselben nach den Jahreszeiten beliebig zu erwärmen im Stande sein; man hat daher zur Construction einer Mischkammer seine Zuflucht nehmen müssen, in welche man nach Bedürfniss mittels eines Registers aus der Luftkammer kalte Luft zu der aus der Heizkammer tretenden Luft zuströmen lässt.[7]) Die Luft muss wenigstens auf 25–30° C. erwärmt werden, da sie auf ihrer Wanderung mehr oder weniger an Wärme einbüsst; ihre Eintrittsgeschwindigkeit soll nur zwischen 0,5—1 Meter pro Secunde schwanken, weil dann am wenigsten Belästigung entsteht, — kurz, die ganze Einrichtung ist sehr umständlich und erfordert die sorgfältigste Ueberwachung eines Sachverständigen. Da sich die Luft auf diese Weise in langgestreckten Gebäuden gleichmässiger vertheilen lässt, so ist die Pulsionsmethode auch nur in grossen Versammlungslocalen und in Theatern zur Anwendung gekommen, um die frische Luft den einzelnen Sitzen zuzuführen. Von anderer Seite ist sie zwar auch für alle Hospitäler empfohlen worden, weil man dadurch den Vortheil zu erreichen hofft, nur kleinere, weniger hohe und deshalb weniger kostspielige Säle nöthig zu haben; die Erfahrung hat jedoch noch nicht hierüber entschieden. Nur so viel steht fest, dass das Pulsionssystem hauptsächlich da am Platze ist, wo es sich nur um die Zuführung frischer, aber nicht vorher erwärmter Luft handelt; dies kann namentlich dann der Fall sein, wenn in Werkstätten (s. S. 201) oder in grossen Localen schon durch Beleuchtung oder Ansammlung vieler Menschen hohe Temperaturgrade vorherrschen.

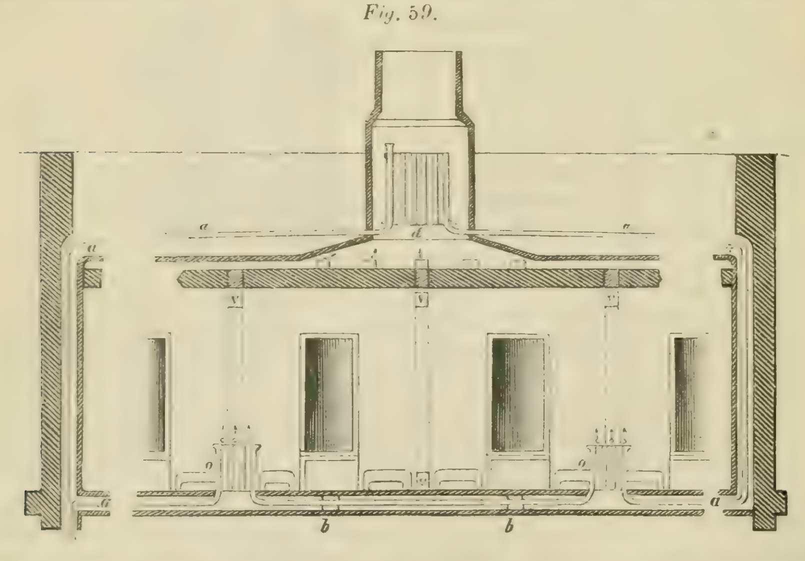
Nachdem durch ein Decret des Kaisers Napoleon III. vom 29. August 1862

ein Comité superieur zur Prüfung sämmtlicher Hospitalfragen berufen worden ist, dessen Vorsitzender der General Morin war, hat man sich bezüglich der Krankenanstalten immer mehr für das Aspirationssystem ausgesprochen, welches nicht minder in der Industrie mit Benutzung der absaugenden Ventilatoren eine höchst wichtige Stelle einnimmt.

Die Aspiration mittels absaugender Ventilatoren hat man in Hospitälern mit Unrecht wenig benutzt: ein Beispiel dieser Art findet sich im grossen Krankenhause zu Kopenhagen. Die Menge der pro Kopf und Stunde abgesogenen Luft beträgt ca. 77 Kubikmeter, während in der Nacht mittels der Zugsteinesse nur 10 Kubikmeter entfernt werden. Von der sehr guten Atmosphäre, welche während des Tages in den Krankensälen herrscht, hat sich Verf. selbst überzeugt. Meist wendet man nur den sog. Lockkamin an, eine eiserne, in der Mitte des Schornsteins liegende Röhre, welche mit den Evacuationscanälen in Verbindung steht und in Folge der Temperaturdifferenz absaugend wirkt. Die Einrichtung für die Industrie s. S. 199.

Bei der Heisswasserheizung hat man nach dem *Duvoir-Leblanc*'schen System auf dem Dachraum in der Saugesse einen Wasserofen (Fig. 59 *d*) aufgestellt, der mit dem Wasserofen im Saale (*aa*, *oo*) verbunden ist und die Aspiration (Appel en haut) bewirkt. Die Evacuationscanäle für die verdorbene Luft (*vv*) haben ebenfalls an der Decke und am Fussboden eine Oeffnung, eine Einrichtung, die im Allgemeinen Beifall verdient, da man nach Umständen, namentlich bei zunehmender Hitze oder stärker besetzten Räumen, die an der Decke gelegenen Austrittsöffnungen in Wirksamkeit setzen muss. Die Lufteinführungscanäle (*bb*) münden unter den Fenstern und sind mit dem Canale verbunden, in welchem die Heisswasserröhren liegen, so dass hier die kalte Luft im Winter vorgewärmt wird.

Fig. 59.



Im neuen Hospital im Friedrichshain zu Berlin, das nach dem Pavillonsystem erbaut ist, besteht die Wasserheizung im Mitteldrucksystem (s. S. 101). In einem langgestreckten Canal im Souterrain liegen die Heizröhren, welche die kühle Luft erwärmen, die aus dem in der Mitte eines Rasenplatzes gelegenen Luftschacht mittels eines Canals diesen zugeführt wird. Die auf diese Weise erwärmte Luft tritt nun durch eine in der Mitte des Bodens belegene quadratische, mit einem Gitterwerk versehene Oeffnung in den Saal: ausserdem steigen die Heizröhren, diese Oeffnung zunächst umgebend, in den Saal auf und gruppiren sich an den Wänden desselben, so dass sich die Heizflächen am Boden und an den Wänden vertheilen, wodurch eine gleichmässigere Ausbreitung der Wärme, namentlich aber auch die Erwärmung des Fussbodens erzielt wird. Die Heizröhren sind bis zum obern Saale fortgeleitet, in dem sie ebenfalls an den Wänden aufgestellt sind und zur Erwärmung dienen: hier fehlt aber die Zuleitung der frischen Luft.

Die Absaugung der verdorbenen Luft wird durch einen in der Mitte des Saales aufgestellten eisenblechernen Schlot bewirkt, welcher am Fusse einen seitlichen

Ausschnitt hat, mit Gasflammen versehen ist und nach oben unter der Decke zum Hauptaspirator führt, welcher auch die Evacuationscanäle aufnimmt, die zwischen den Fenstern liegen und mit Gitterwerk verschlossen sind.

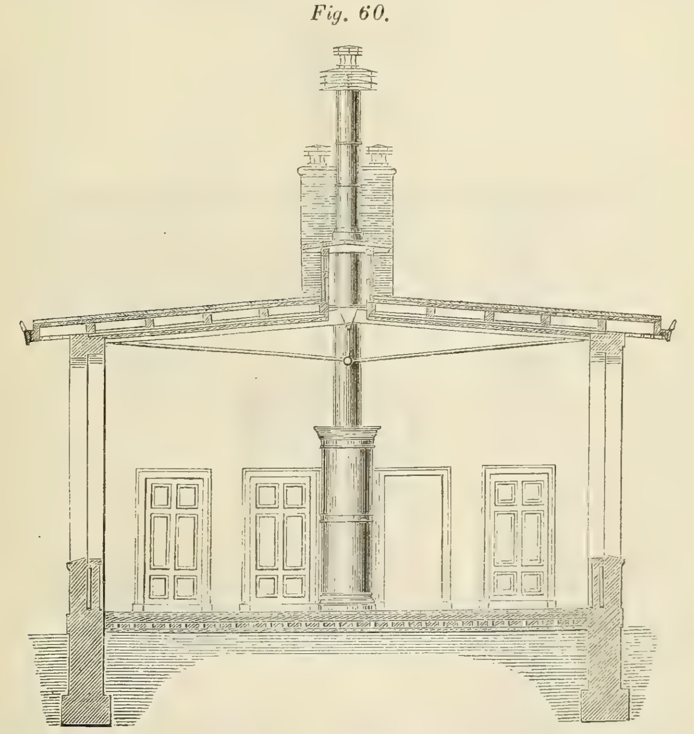
Der Hauptaspirator ist ein eiserner Schlot, dessen Luftbewegung durch einen *Böhm*'schen Indicator (s. S. 802) controlirt wird und in dem Schornstein für die Wasserheizung liegt.

Bei der Luftheizung in andern Räumen ist der die frische Luft zur Heizkammer führende Canal ebenfalls mit Klappen oder Schiebern versehen, um den Eintritt der Luft nach Belieben zu reguliren. Da die warme Luft erfahrungsgemäss nach rechts und links nur höchstens 15 Meter weit horizontal geleitet werden kann, so kann eine solche Centralheizung für grössere Complexe von Räumen nicht benutzt werden; es sind daher nach der Grösse und Zahl der zu heizenden Räume stets mehrere Heizkammern erforderlich, wenn eine zweckmässige Wirkung erzielt werden soll.[8])

Einen sogen. Evacuations-Pavillon haben Gropius und Schmieden für das Krankenhaus Bethanien in Berlin construirt, der sich bis jetzt nach den vorliegenden Erfahrungen sehr bewährt hat und für kleinere Hospitäler mit 12—18—24 Betten sehr zu empfehlen ist. Nach den hierbei beobachteten Gesichtspuncten werden neuerdings nach einer gefälligen Mittheilung von Gropius das Krankenhaus in Wiesbaden und das Militairlazareth zu Tempelhof bei Berlin erbaut. Die Einrichtung empfiehlt sich ganz besonders für mit Fabriken oder Bergwerken verbundene Krankenanstalten; eine specielle Beschreibung derselben halten wir deshalb für zweckmässig und erforderlich.

Die Aussenwände sind in einer Stärke von zwei Steinen in Ziegeln und die Zwischenwände theils einen Stein, theils 5 Zoll stark in Ziegeln mit Cement gemauert und verputzt; es ist somit die Fachwerk-Construction aus sanitären Gründen vermieden.

Fig. 60.



Die Unterkellerung fehlt und ist das Gebäude über der Erdfläche mit einem steinernen Fussboden von Mettlacher Fliesen versehen. Auf einem flachen Klinker-

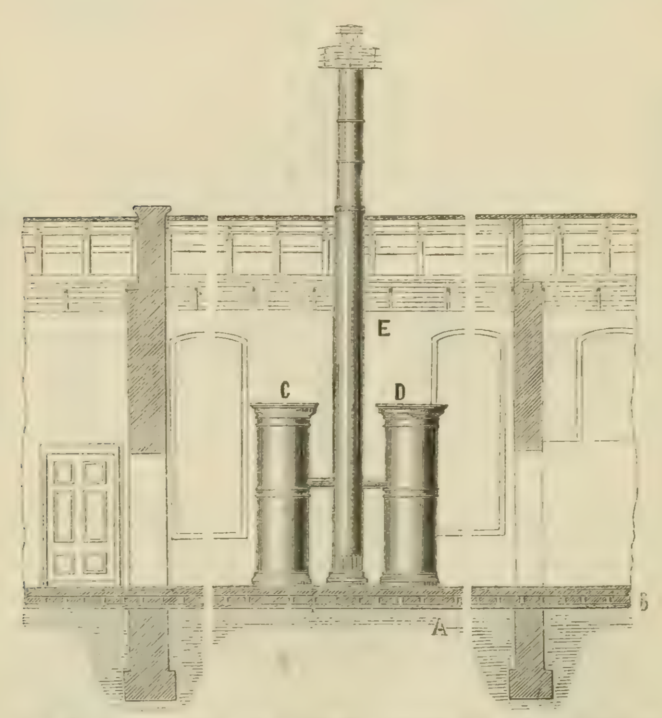
pflaster sind kleine Pfeiler aus je zwei Ziegeln errichtet, die wiederum mit flachen Ziegeln überdeckt sind, auf denen die Mettlacher Fliesen in einer Cementkleidung ruhen. Um einer Stagnation der isolirenden Luftschicht vorzubeugen, sind zur Verbindung derselben mit der äussern Luft in den Aussenwänden Canäle angelegt, die in die äussere Fensterlaibung münden und dort mit Drahtgittern verschlossen sind.

Der Fussboden von Mettlacher Fliesen hat sich in jeder Beziehung bewährt; er nimmt keine Feuchtigkeit auf und kann täglich durch Scheuern und Abwischen gereinigt werden; er hat sich auch gar nicht als zu kalt erwiesen.

Die **Ventilation** erfolgt im Sommer durch die geöffneten Fenster und den offenen Dachfirst, der mit doppelten Klappen zu versehen ist. Das Dach ist ein sogen. Holz-Cement-Dach nach *Häuser*'scher Methode. Ein Dachboden fehlt zwar, jedoch findet sich ein für die ungehemmte Lufteirculation genügender Zwischenraum vor (s. Fig. 60, die den Querschnitt eines Saales mit 12 Betten darstellt). In den Bade-Cabinetten, den Theeküchen und den Closets, welche sämmtlich von den Krankensälen durch eine bis zur Decke reichende feste Mauer, unter sich aber durch niedrige, 2½ Zoll starke, in Cement gemauerte Wände getrennt sind, geschieht die Ventilation im Sommer und Winter mittels eines in der Mitte des Gebäudes befindlichen Sauge-Schornsteins (Lockkamin), der durch die Feuerung des Badeofens erwärmt wird. Auf diese Weise kann die Luft aus diesen Räumen nicht in den Saal zurücktreten.

Im Winter wird die Ventilation bei geschlossenem Dachfirst in den grössern Sälen durch die **Heizapparate** vermittelt. Zu diesem Zwecke sind in jedem Saale zwei Koks-Oefen aufgestellt, von denen jeder mit zwei Blechmänteln so umgeben ist, dass die Zwischenräume je 2 Zoll betragen. Diese Blechmäntel nehmen die strahlende Wärme der gusseisernen, mit Chamotte gefütterten Oefen zunächst auf und geben dieselben theils nach aussen direct an die Luft des Saales, theils an die von unten nach oben zwischen den Blechmänteln durchstreichende Luft ab.


Fig. 61.



Der eine der beiden Oefen (*D* in Fig. 61, welche den Längsschnitt des Saales darstellt) saugt nämlich durch einen unter dem Fussboden hinlaufenden und bei *A* durch die Isolirschicht *B* in den Saal mündenden Canal von aussen her frische kalte Luft an, während der andere Ofen (*C*), dessen Blechmäntel nicht bis zum Fussboden hinabreichen,

die Luft des Saales durch Circulation derselben zwischen den Blechcylindern erwärmt. Beide Oefen geben ihren Rauch in ein zwischen ihnen befindliches Rauchrohr (E) ab, welches mit einem Mantel von Eisenblech umgeben ist, der oben weit über das Dach hinausragt und zwischen dessen unterer Kante und dem Fussboden sich eine Lücke von 1 Fuss Höhe befindet. Es entsteht auf diese Weise ein stark erwärmter Evacuationsschlot, der die Luft des Saales am Fussboden durch jene Lücke aufnimmt und durch seine obere Oeffnung aus dem Saale fortführt. Bei geringer Kälte reicht die Heizung mit dem Ofen D vollkommen aus*). Die Baukosten betrugen für Bethanien ca. 600 Thlr. pro Bett.

Das System der Ventilation durch Benutzung der natürlichen Temperatur-Differenzen und natürlichen Luftströmung nach Böhm in Wien ist hier noch zu erwähnen; Verf. hat es aus eigener Anschauung in München und Wien in seiner erfolgreichen Wirkung kennen gelernt; sein Wesen beruht nur in der Benutzung der Temperatur-Differenz im Innern eines Gebäudes und im Freien sowie der Strömung der Luft im Freien. Es bedarf nur einer sachgemässen Beaufsichtigung, die aber leicht zu erlernen ist und um so wirksamere Erfolge erzielt, je mehr man die vorhandenen Verhältnisse zu berücksichtigen versteht.

Das System kann zwar auch einem alten Gebäude angepasst werden, zweckmässiger ist es aber, dasselbe schon von vornherein dem Bauplane zu Grunde zu legen.

Es sind zur Ausführung des Systems in den Scheidemauern des Gebäudes verticale Canäle anzulegen, welche vom Fussboden bis über den Dachfirst des Gebäudes reichen und am Fussboden sowie unter der Decke mit durch Jalousien und Klappen verschliessbaren Oeffnungen versehen sind. Diese Canäle heissen **Dachcanäle** (Fig. 62 C J D). Ausserdem werden in den beiden gegenüberliegenden Hauptmauern oder Haupt- und Mittelmauern **Etagencanäle** angelegt, welche nur die Höhe des zu ventilirenden Raumes (H G F) einnehmen, sich unten nach innen und aussen (G E F), oben aber nur nach innen (H) öffnen und wie die Dachcanäle verschliessbar sind (die Figur 62 liefert einen Längsschnitt durch den Dach- und Etagencanal).

Die Etagencanäle einer Seite sollen die gleiche Summe der Querschnitte wie die Dachcanäle haben; um aber die Richtung und Kraft der Strömung in den Canälen leicht zu übersehen, ist in denselben ein Anemometer mit einem Zifferblatt, das in dem zu ventilirenden Raume sichtbar ist (J), eingesetzt. Je nach dem Ausschlagen des Zeigers dieses Indicators nach rechts oder links erfährt man, ob in einem geöffneten Canale eine Strömung nach oben oder unten, stärker oder schwächer stattfindet.

Bei der Handhabung des Apparates muss man die Heizperiode und die wärmere Jahreszeit unterscheiden.

A. Während der Heizperiode sind 1) die Etagencanäle im Allgemeinen und jedenfalls bei niedriger Temperatur im Freien ausser Wirksamkeit zu setzen, d. h. mit der Klappe E wird die untere Zimmeröffnung (G) geschlossen; auch die Aussenöffnung des Etagencanals (F) ist zu schliessen und nur bei schönen Tagen im Frühjahr und im Herbst kann der Einlass der frischen Luft durch geringes Oeffnen der Aussenöffnung (F) mittels des Schiebers p unterstützt werden.

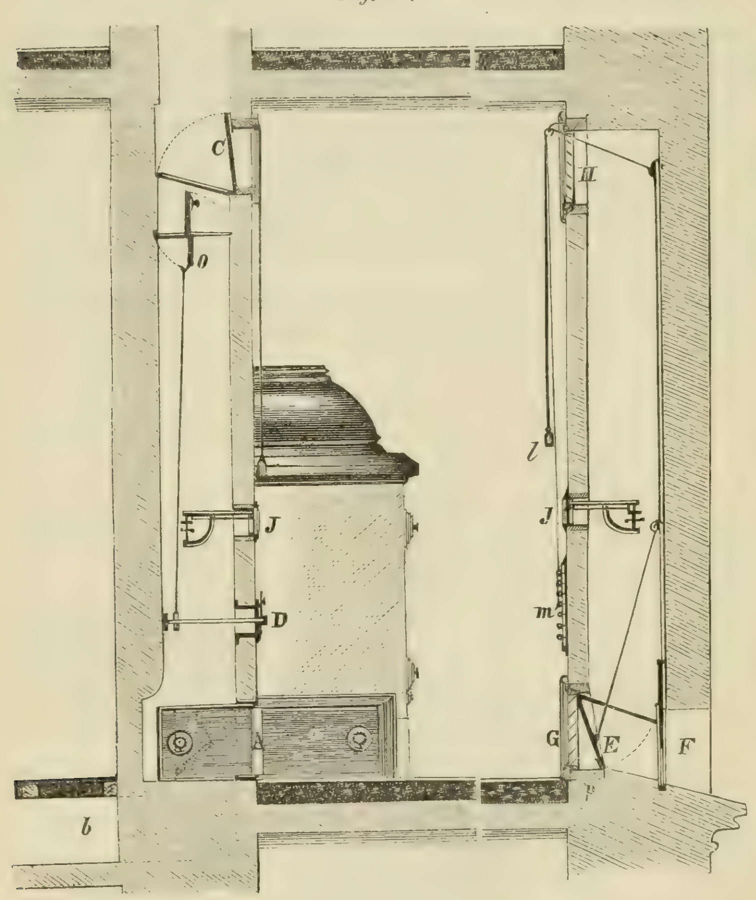
2) Die frische Luft ist durch den Mantelofen (s. S. 183) einzuführen. Der Mantel ist aus Backsteinen mit Lehmmörtel gemauert und mit einer oben offenen, abhebbaren Blechkuppel bedeckt. In das Innere des Mantels führen zwei Oeffnungen, a und e, von denen die eine (a) den Mantel mit dem Zimmer verbindet, die andere (e) an der Einmündungsstelle des die frische Luft zuführenden Canals b liegt. Soll nun die frische Luft in den Mantel des Ofens eingeführt werden, so wird a, die aus dem Zimmer in den Mantel führende Oeffnung, geschlossen und die Einströmungsklappe e für den Luftcanal b den Umständen nach mehr oder weniger geöffnet; sie bleibt häufig für längere Perioden eingestellt (s. Fig. 62 e und b). B (Fig. 63) ist die Stellleiste an der Frontseite des Ofens, an welcher die Schnur eingehängt wird, welche die Klappe e bewegt.

---

*) Diese Art der Heizung mit Zuführung von frischer Luft würde sich auch für manche Schullocale trefflich eignen.

3) Die Zimmerluft ist durch die Dachcanäle abzuführen und zwar bei *A* (Fig. 63) über dem Fussboden. Zu diesem Behufe ist die obere Oeffnung des Canals durch die Klappe *C* zu schliessen und mitttels des Zeigers der Regulirungsscheibe (*D*) die Drosselklappe *O* im Dachcanal nach Bedürfniss zu reguliren. Liegt die Drosselklappe horizontal, so ist der Canal geschlossen und der Zeiger vertical nach oben gerichtet. Bei der Bewegung des Zeigers nach rechts wird der Canal immer mehr geöffnet; diese Bewegung hört auf, wenn die Klappe vertical steht.

Fig. 62.



B. Luftwechsel während der wärmeren Jahreszeit (Fig. 62 u. 63). Man hat zu dieser Zeit Folgendes zu beachten:

1) Die Drehthüre am Mantelofen (*a*) ist so zu stellen, dass die Zimmeröffnung des Mantels offen ist;

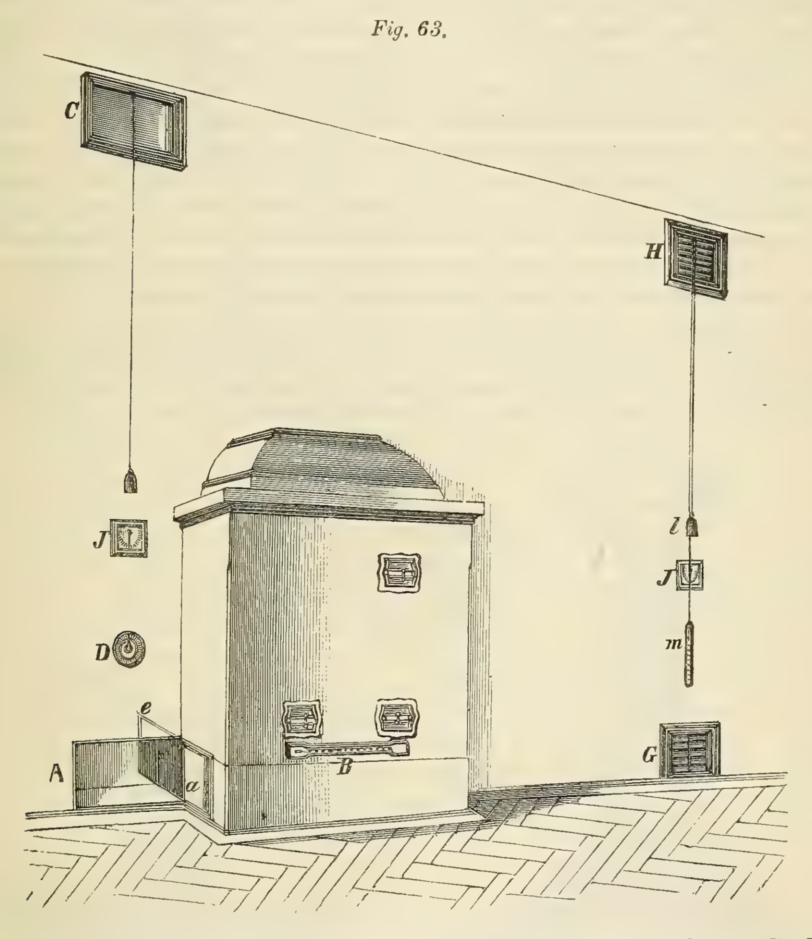
2) die obere Oeffnung des Dachcanals (*C*) ist offen zu halten;

3) Mittels des Schiebers (*p*) ist die Aussenöffnung des Etagencanals (*F*) mit Rücksicht auf die Temperatur im Freien und die Luftströmung, aber stets nur so weit zu öffnen, dass die bei der obern Oeffnung des Etagencanals (*H*) eintretende Luft keine Belästigung verursacht.

4) Die untere Zimmeröffnung des Etagencanals (*G*) soll nur dann geöffnet werden, wenn der Zeiger des Indicators (*J*) nach rechts ausschlägt, also ein Abfliessen der Luft aus dem Saale in's Freie anzeigt.

Sobald frische Luft in belästigender Weise durch diese Oeffnung (G) in den Saal dringt, muss sie mittels der Klappe E geschlossen werden. Im hohen Sommer kann das Eindringen der frischen Luft durch den Etagencanal durch Oeffnen der obern Fenster noch befördert werden, während sich die Wirkung der Dachcanäle durch eingesetzte Gasflammen verstärken lässt*). Mit der Quaste l wird die Klappe E, mit der Quaste m die Jalousiethür bei H gehandhabt.

Fig. 63.



Die Möglichkeit, auf die verschiedene Tageszeit, die Windrichtung, die Erwärmung der einen oder andern Umfassungsmauer durch die Sonne u. s. w. Rücksicht zu nehmen und den Ab- und Zufluss der Luft durch den Indicator zu controliren, empfiehlt diese Einrichtung ebenso wie die geringe Kostspieligkeit der ganzen Anlage. Auch ist der Vortheil, welchen die in den Mauern befindlichen Hohlräume gewähren, hoch anzuschlagen, obgleich nicht in Abrede zu stellen ist, dass die Strömung in den Canälen nicht regelmässig und manchen Zufälligkeiten unterworfen ist; man kann sie aber immerhin durch Stellung der Klappen und Schieber reguliren, was bei einer aufmerksamen Leitung des Ganzen niemals

*) Im jüdischen Krankenhause zu Wien kann auch nach Bedürfniss ein absaugender Ventilator in Wirksamkeit gesetzt und namentlich mit den chirurgischen Krankensälen verbunden werden.

gering zu achten ist. Die Lufterneuerung beträgt pro Bett und Stunde 50 bis 80 Kubikmeter, kann aber nöthigenfalls bis zu ca. 150 Kubikmeter vermehrt werden. Hospitäler für gewöhnliche Kranke erfordern aber bekanntlich in der Regel nicht mehr als 60—70 Kubikmeter Luft pro Stunde. In technischer Beziehung ist die vollkommen isolirte Ventilation eines jeden Saales nicht minder wichtig, da hierdurch eine völlige Decentralisation ermöglicht und den wichtigsten Anforderungen der Aerzte Rechnung getragen wird.

Nicht bloss für Krankenanstalten, sondern auch für Fabrik-Säle, bei denen es auf eine regelmässige Lufterneuerung ankommt, ist die ganze Einrichtung empfehlenswerth und zwar für erstere um so mehr, als auch die Heizung eine zweckmässige ist und selbst bei einer Kälte von —12,5° bis 20° C. noch eine Zimmertemperatur von +18,5° bis +23,5° C. erreicht werden kann. Wenn sogar im Gebärhause zu Wien die in den Sälen circulirende Luft nach dem Zeugniss von Braun allen hygienischen Anforderungen entsprach, so kann die Einrichtung unter Umständen auch für viele Werkstätten in Betracht kommen.

Eine Heizungs-Vorrichtung, die für kleinere Hospitäler, für Schulräume und namentlich auch für manche mit Riechstoffen überfüllte Arbeitsräume passt, die verdorbene Luft auf die kräftigste Weise absaugt und sich in gleicher Weise durch Zweckmässigkeit und die Annehmlichkeit auszeichnet, dass der Fussboden erwärmt wird, ist die durch Fig. 64 näher erläuterte; sie lässt sich aber nur zu ebener Erde anbringen.

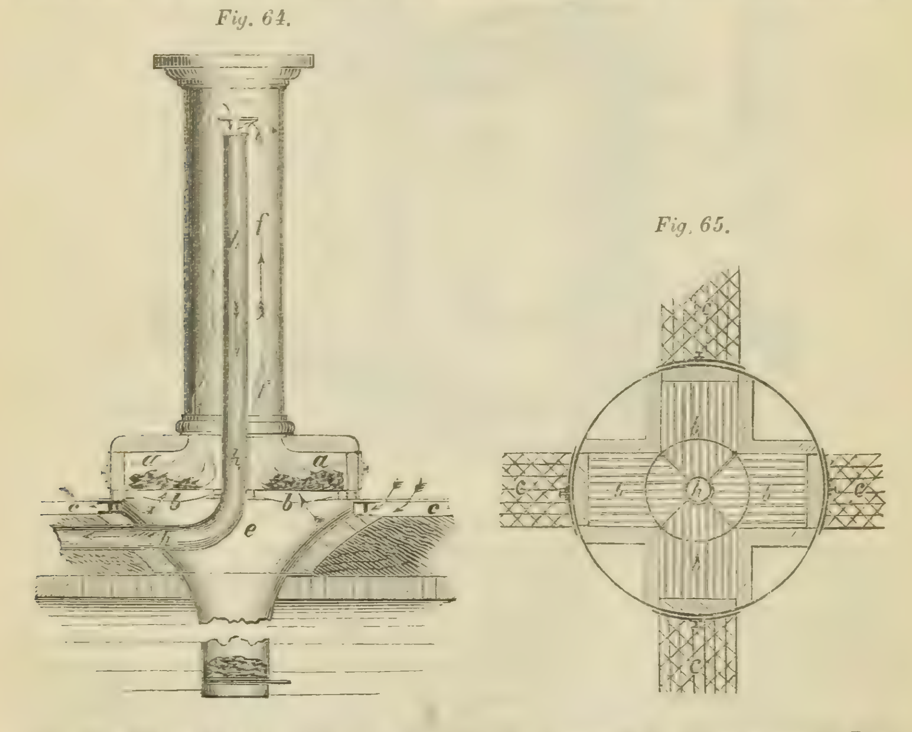


Fig. 64. *Fig. 65.*

Der Feuerkasten (Fig. 64 *a*) enthält vier kreuzartig zusammengesetzte Roste (Fig. 65 *bbbb*. Die zu den Feuerräumen gehörenden Thüren sind wie der ganze Feuerkasten inwendig mit Chamottesteinen bekleidet. Bei *c* wird die Stubenluft abgesaugt. Die Einströmungsstellen sind mit einem feinen Gitterwerk versehen. Die Luft gelangt zunächst in den Aschenfall *e* und von da durch den Rost *b* zum Brennmaterial *a*; die heisse Feuerluft steigt nun 2) in den Mantelofen *f*, welcher aus geschlagenem Eisenblech

besteht, und dringt dann 3) in die gusseiserne Zugröhre *h*, welche oben mit einer kleinen Platte zum Schutze gegen Schmutz, Russ u. s. w. versehen ist. Die Zugröhre setzt sich in eine Röhre fort, welche unter dem Fussboden verläuft und hier mit einer durchbrochenen Platte oder mit Gitterwerk bedeckt ist; man führt sie nach Belieben weiter und schliesslich in den Kamin. 4) Der Aschenfall *e* geht durch das Kellergewölbe thurmähnlich nieder, weshalb die Aufstellung des Ofens nur im Erdgeschoss möglich ist. Am Boden des Kellers befindet sich eine zu verschliessende Thür zum Ausbringen der Asche; öffnet man sie, so wird ein bedeutender Zug und grosse Hitze erzielt. Nach Bedürfniss gebraucht man 1, 2 oder alle 4 Heizräume: soll ein Rost nicht benutzt werden, so wird er mit einem einzuschiebenden Blech bedeckt. Bleibt die Thür im Keller verschlossen, so wirkt der Ofen als kräftigster Aspirator.

Bei jeder Ventilation sind die Querschnitte der Oeffnungen für den Ein- und Austritt der Luft nach bautechnischen Grundsätzen zu bestimmen, obgleich sich niemals eine Regel, wenn sie auch auf mathematischem Wege als richtig bewiesen ist, mit Strenge festhalten lässt, sonst müsste man in der Praxis nicht beständig zu Schiebern und Drosselklappen seine Zuflucht nehmen, um nach den verschiedenen günstigen oder ungünstigen Verhältnissen, insbesondere nach der Windrichtung, die Ein- und Austrittsöffnung der Canäle zu verengern oder zu erweitern. Immerhin darf aus naheliegenden Gründen der Querschnitt nicht zu klein gewählt werden.

Die Stelle, an welcher diese Oeffnungen für die abzuleitende Luft anzubringen sind, richtet sich nach den localen Umständen. Im Winter kühlt sich bei unsern baulichen Verhältnissen die warme Luft in der Stube beständig an den Wänden ab, so dass man in der Nähe der Fenster stets vorzugsweise abwärtsgehende Luftströmungen wahrnimmt; es ist nicht selten, dass die Differenz zwischen der Temperatur am Boden und an der Decke 8—10° C. beträgt. Der Vortheil der Hohlwände besteht grade in der geringern Abkühlung der Zimmerluft, obgleich bei unserer Bauart die verschiedenen Temperaturdifferenzen zwischen der äussern Luft und der Zimmerluft stets verschiedene Luftströmungen erzeugen. Um diese Verschiedenheiten zu controliren, ist der in den Canälen angebrachte Böhm'sche Indicator ein vorzügliches Mittel. Stets ist es daher vorzuziehen, die Evacuationsöffnungen an der Decke und am Fussboden anzubringen, um nach dem Ueberwiegen der auf- oder abwärtsgehenden Luftströmungen die eine oder die andere Oeffnung benutzen zu können. Während der Heizperiode ist vorherrschend die Abzugsöffnung am Fussboden für die Ableitung der schlechten Luft zu benutzen; fast bei allen Ventilations-Einrichtungen wird daher auch diese Stelle gewählt, namentlich wenn ein Kranken- oder Fabrik-Saal isolirt liegt, dünne Mauern hat und der Einwirkung der Kälte sehr ausgesetzt ist.

Nur in Localen oder Fabriken, in denen viele Menschen versammelt sind, oder viele Gasflammen brennen, ist die Decke die geeignete Ausströmungsstelle für die verdorbene und heisse Luft (s. S. 201).

Die Einführung der frischen und reinen Luft kann während des Winters nur in der Nähe der Heizkörper geschehen, sei es, dass sie zwischen den Mantel eines Ofens oder in die Heizkammer einer Centralheizung geführt wird. Letzteres muss auch bei der Pulsionsmethode geschehen, während hier die Eintrittsstelle der in der Heizkammer erwärmten Luft so gewählt werden muss, dass sie sich möglichst nahe der Athmungszone, in Kopfhöhe, ausbreitet. Jede bewegte Luft wird aber nicht angenehm empfunden, es ist daher Regel, die eintretende Luft wenigstens durch ein Gitterwerk zu vertheilen. Je grösser die Fläche ist, auf welcher sie sich ausbreitet, desto weniger wird die Einströmung der Luft

wahrgenommen. Die Porenventilation, nach welcher die eingetriebene Luft zunächst in einen Hohlraum der Wand tritt und dann durch Schlitze, kleine Oeffnungen oder poröse Zeuge austritt, hat daher zweifelsohne gewisse Vorzüge; ihr Nachtheil besteht nur darin, dass die einzutreibende Luft mehr Hindernisse findet und einen desto kräftiger wirkenden Motor verlangt. Vergleichende und unter fast gleichen Verhältnissen angestellte Versuche haben auch ergeben, dass bei der Bekleidung der Austrittsöffnungen 213,9 Kubikmeter Luft pro Stunde und bei einem canalartigen Ausgange 517,9 Kubikmeter Luft pro Stunde eingetrieben wurden; dabei breitet sich die eingetriebene Luft im erstern Falle nicht horizontal aus, sondern steigt sofort in die Höhe.[9]) Hohe Räume passen daher nicht für die strenge Durchführung der Porenventilation; da sie ausserdem nur beim Pulsions-System wirksam ist, so spricht auch jedenfalls in sehr vielen Fällen der Kostenpunct mit, während jedes System, welches sich durch Einfachheit auszeichnet, von vornherein den Vorzug verdient. Je mehr überhaupt die natürliche Ventilation mit benutzt werden kann, desto sicherer ist auch die Wirkung, vorausgesetzt, dass überall in den Räumen Reinlichkeit herrscht. Schliesslich gipfeln die wichtigsten sanitären Bestrebungen in der Reinerhaltung der Luft und in der Beseitigung aller schädlichen Einflüsse, welche der naturgemässen Einwirkung dieses Lebenselements störend entgegen treten. Auch in der Gewerbe-Hygiene tritt dies Bedürfniss als unabweisbar in den Vordergrund; wohin man auch seinen Blick in der vielgestaltigen Industrie richten mag, überall ist die reine Luft in den Werkstätten die erste Bedingung für die Wohlfahrt der Arbeiter. Die Natur bietet den nie versiegenden Born und es ist unsere Aufgabe, die Hindernisse zu bewältigen, welche den vollen Genuss dieser Himmelsgabe schmälern.

Nachweis der Literatur nebst Erläuterungen.

Einleitung (S. 1—37).

1) Zachariae: Vierzig Bücher vom Staate, 1. Bd. S. 558, Stuttgart 1820.
2) Stein, Lorenz: Die innere Verwaltung. Stuttgart 1867. S. 2.
3) Frank, J. P.: System einer medicinischen Polizei. 1. Bd. 1784. S. 6.
4) Ausführliches hierüber findet sich in Finkelnburg's öffentlicher Gesundheitspflege Englands nach ihrer geschichtlichen Entwicklung und gegenwärtigen Organisation. Bonn 1874.
5) Keane, David: The Nuisance Removal Act for England. London 1860. p. 73. Smith, Toulmin: Practical proceedings for the removal of Nuisances of health and safety and for the execution of Drainage works etc. Third Edition. London 1861.
6) Ladrey, C.: Les établissements industriels et l'hygiene publique. Paris 1867. Die neueste Classification findet sich deutsch abgedruckt in: Die deutsche Literatur von 1854—1867 über öffentliche Gesundheitspflege zunächst in technischer Beziehung; nebst einigen Mittheilungen aus der englischen und französischen Literatur und einer Uebersicht englischer Patente über Cloakenwesen, Desinfection und Verwerthung der Abfallstoffe. München, Fleischmann's Buchhandlung, 1868.
Levieux hat in Annal. d'hyg. publ., Oct. 1873, eine Uebersicht der sanitären Verordnungen in Frankreich (Institution d'hygiène et de salubrité en France) geliefert.
7) Eine Vorlage über das gesammte Sanitätswesen in den Niederlanden ist im Jahre 1872 erschienen: Verslag van den Koning van de Bevindingen en Handelingen van het Geneeskundig Staatstoezigt in het Jaar 1871. Gravenhage 1872. Man vergleiche auch noch: Das Medicinalwesen im Königreich der Niederlande. Im Haag bei M. J. Visser 1870.
8) v. Vivenot in der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1. Bd., 4. Heft, S. 577.
9) Eulenberg, Hermann: Das Medicinalwesen in Preussen. Berlin 1874. S. 116.
10) Hoffmann, C. R.: Civil- u. Medicinalwesen im Königreich Baiern (Landshut 1863, 2 Bände) enthält nur die Bestimmungen bis zum Jahre 1862.
11) In Schauenstein's Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege in Oesterreich (Wien 1863) sind die Anlagen S. 234 aufgeführt. — Die Organisation des Sanitätsdienstes ist in Oesterreich durch das Gesetz vom 30. April 1870 geregelt worden (s. Dr. Macher's Handb. der neuesten Kaiserl. Oesterr. Sanitäts-Gesetze und Verordnungen, 4. Bd. vom Jahre 1867 bis Ende 1870. Graz 1872).
12) Engel: Zur Statistik der Dampfkessel und Dampfmaschinen in allen Ländern der Erde. Berlin 1874.
12) Born, W.: Die Selbstverwaltung der Patentrechte und Dampfkessel-Revisionen durch die Industriellen. Berlin 1865.
14) Lewy, E.: Die Arbeitszeit in den Fabriken vom sanitären Standpuncte. Wien 1874.
15) Coronel, S.: Gezondheitsleer, togepast op de Fabrieknyrerheid. Amsterdam 1863.
16) v. Plener, Ernst: Die englische Fabrikgesetzgebung. Wien 1871. S. 95 u. 111.
17) Göttisheim: Die Kinder- u. Frauenarbeit in englischen Fabriken (in der Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1. Bd., S. 85, 1869). Blondel: Le travail des enfants et des femmes dans les manufactures, Paris 1875.

18) v. Plener, loc. cit. S. 43.
19) Sismondi: Nouveaux principes d'économie politique. Tom 1. p. 353.
20) Rapport sur l'état physique et morale des ouvriers employés dans les fabriques de soie, de coton et de laine.
M. Villermé: Tableau de l'état physique et moral des ouvriers employés dans les manufactures de coton, de laine et de soie. Paris 1840.
Villermé betont 3 Hauptnachtheile: 1) das gemeinschaftliche Arbeiten beider Geschlechter, 2) die zu lange Arbeitsdauer für Kinder, 3) das Geldverleihen Seitens der Meister an junge Arbeiter unter dem Namen des Vorschusses auf den Lohn.
20) Um die Vorsichtsmassregeln zur Verhütung der Unglücksfälle durch Maschinen kennen zu lernen, gibt nachstehendes Werk die beste Anleitung: Association pour prevenir les accidents de la machine fondée sous les auspices de la Société industrielle de Mulhouse et continuée avec le concours de son comité de mécanique. Compte rendu de la première période triannale, accompagné de 25 planches 1867—1870. Mulhouse, imprimerie veuve Boden & Co., 1870.
21) Mareska et Heymann: Enquête sur le travail et la condition physique et morale des ouvriers employés dans des manufactures de Coton à Gand. Gand 1845.
Considerant, N.: Du travail des enfants dans les manufactures et dans les ateliers de la petite industrie. Bruxelles et Leipsic 1863.
22) Ausführliche Mittheilungen hierüber finden sich in: Resultats de l'enquête ouverte pour les officiers du corps des mines sur la situation des ouvriers dans les mines et les mines metallurgiques de la Belgique en exécution de la circulaire adressée le 3 novembre 1868 par le ministre des travaux publics aux ingénieurs en chef des mines. Bruxelles 1869.
23) Frantz, Adolf: Die Beschäftigung der Frauen und Mädchen beim Bergbau unter Tage. Beuthen 1869.
Rapport sur l'enquête fait au nom de l'académie royale de Belgique par la commission chargée a étudier la question de l'emploi des femmes dans les travaux souterrains des mines. Bruxelles 1868. Der Bericht, welcher im Auszuge in Engel's Zeitschrift des Königl. Preuss. Statist. Büreaus 1869. No. 1, 2, 3., S. 66 mitgetheilt ist, weist namentlich die zahlreichen Früh- und Fehlgeburten bei Bergarbeiterinnen nach und drängt auf eine gesetzliche Abhülfe des in Belgien herrschenden Uebelstandes.
24) Neumann, F. J.: Die Deutsche Fabrikgesetzgebung. Jena 1873. Die Schrift berücksichtigt hauptsächlich die Fabrikgesetzgebung in der Schweiz.
Hirt, Ludwig: Die gewerbliche Thätigkeit der Frauen vom hygienischen Standpuncte aus. Breslau u. Leipzig 1873.
25) Böhmert, V.: Beiträge zur Fabrikgesetzgebung. Zürich 1868.
— — Arbeiterverhältnisse und Fabrikeinrichtungen der Schweiz. 2 Bände. Zürich 1874.
Ein beachtungswerthes und gemüthvolles Schriftchen hat Pfarrer Dr. Bernhard Becker verfasst: Ein Wort über die Fabrikindustrie (Basel 1858), welches eine reiche Erfahrung über den Einfluss der Fabrikindustrie auf Land und Volk liefert.
26) Böhmert, V.: Beiträge zur Fabrikgesetzgebung, Zürich 1868, p. 105—108.
27) v. Plener, l. c. S. 112.
28) An die Spitze dieser Literatur ist das classische Werk von Brentano zu stellen. Brentano, Lujo: Die Arbeitergilden der Gegenwart. 1. Bd. Zur Kritik der englischen Gewerbevereine, 2. Bd., Leipzig 1871 u. 1872.
29) Veitmeyer: Die Vorarbeiten zu einer künft. Wasserversorgung der Stadt Berlin. 2 Thle. Berlin 1871 u. 1875.
30) Simon, Max: Hygiène du corps et de l'âme, ou conseils sur la direction physique et morale de la vie adressés aux ouvriers des villes et des campagnes. Paris 1853.
31) Jones, Theodor: Every man his own landlord, or how to buy a house with its own rent. London 1863. Deutsch: Jedermann Hauseigenthümer. Das bewährteste System englischer Baugenossenschaften für deutsche Verhältnisse bearbeitet und in seiner Brauchbarkeit für Arbeiter, Genossenschaften jeder Art nachgewiesen. Mit einer Einleitung von L. Sonnemann. Herausgegeben von Dr. F. A. Lange. Duisburg 1865.
Die Wohnungsfrage ist mit Berücksichtigung des Systems der begränzten Gesellschaften in dem Sinne erörtert worden, dass Häuser von den Arbeitern auf eigne Rechnung gebaut werden können.
v. Plener, Eduard: Englische Baugenossenschaften. Wien 1873.
Rolla Rouse, Esq.: Building Societies and Borrowers. London 1874.

32) Armin Graf zur Lippe-Weissenfeld: Die Ernährung des Volkes. Leipzig 1866.
Moleschott: Lehre der Nahrungsmittel. 3. Aufl. Erlangen 1851.
— Physiologie der Nahrungsmittel. 2. Aufl. Giessen 1859.
Oesterlen: Handbuch der Hygiene etc. 3. Aufl. Tübingen 1876.
33) Morgenstern, Lina: Die Berliner Volksküchen. 3. Aufl. Berlin 1870.
34) Fläxl, August: Die Productivgenossenschaft und ihre Stellung zur socialen Frage. Gekrönte Preisschrift. München 1872
35) Eulenberg's Medicinalwesen S. 57.
36) Coronel, l. c. S. 183—231.
37) Die „Ligne de l'enseignement en France" beschäftigt sich mit dem Unterricht der arbeitenden Classe und ist hauptsächlich vom Elsass aus angeregt worden. Man vergl. Macé, Jean: Morale en action. Mouvement de propagande intellectuelle en Alsace. Paris 1865.

Wasserstoff (S. 38—41).

1) Eulenberg, Herm.: Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. Braunschweig 1865, S. 16.
Bei Löthungen hat man auf die Anwesenheit von Arsenwasserstoff zu achten; man leite deshalb das Gas vor seiner Verwendung durch eine Lösung von Kupfersulfat.

Chlor (S. 41—53).

1) Eulenberg: Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen, S. 208.
2) Cameron, Death from inhalation of chlorine. Dubl. Jour. 49. Febr. 1870.
3) In Fabriken und chemischen Laboratorien beobachtet man am häufigsten die reizende Einwirkung von Chlor auf die Respirationswege. Ein Chemiker fand in einem Laboratorium eine wohl verschlossene, anscheinend leere Flasche von 2–3 Liter Umfang; er öffnete sie und wollte sich davon überzeugen, ob sie irgend etwas durch den Geruch Erkennbares enthielte; er athmete hierbei unglücklicherweise kräftig eine starke Quantität Chlorgas ein. Es entstand sofort eine brennende Hitze, welche sich von der Nasenhöhle bis zur Kehle fortpflanzte; hierauf folgte ein Gefühl von Beklemmung und Zusammenschnüren der Brust nebst trocknem Husten, der 3 Tage lang Tag und Nacht anhielt. Nach 2 Tagen trat ein starker Schnupfen nebst Thränenfluss und Röthung der Conjunctiva auf und erst am 4. Tage wurde der Husten lockerer, obgleich Erscheinungen von Bronchitis noch eine Woche lang anhielten. Noch lange blieb der Kehlkopf so empfindlich, dass der geringste Staub oder Wind einen heftigen, fast bis zur Erstickung sich steigernden Hustenanfall hervorrief. Die Stimme blieb ganz unverändert, auch zeigte sich keine Spur von Fieber, aber der allgemeine Zustand war in den ersten Stunden nach dem Unfall sehr beängstigend und die geringste Bewegung rief eine unerträgliche Brustbeklemmung hervor (s. Les accidents dans les laboratoires de chimie par J. A. Thelmier (Tholomier). Paris 1866, p. 29).
4) Falk, F., in der Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin und öffentl. Sanitätswesen. Herausg. von H. Eulenberg. Berlin bei Hirschwald, 1872, Bd. XVI. S. 6.
Hirt, Ludwig: Die Gasinhalationskrankheiten, Breslau u. Leipzig 1873, S. 96.
Ueber die Contact-Wirkung des Chlors auf die Gewebe vergl. man Bryk in Virchow's Archiv, 18. Bd.
5) Deacon, Henry: On Deacon's method of obtaining chlorine, illustrating some principles of chemical dynamics. Chem. soc. Journ. 1872, 725.
6) Patissier: Die Krankheiten der Künstler und Handwerker. Nach Ramazzini. Ilmenau 1823, S. 272.
7) Bobrik: Acida et vegetabilia et mineralia, qualem vim atque effectum habeant in motum cordis experimentis demonstratur. Dissert. inaug. Königsberg 1863.
Nager, Gustav, im Archiv für Heilkunde (13. Jahrg., 2. u. 3. Heft, 1872) hat bei einer Vergiftung durch Salzsäure ausser Perforationsstellen im Magen auch die Bronchien bis in die feinsten Verzweigungen stark katarrhalisch afficirt gefunden.
8) Schubarth: Die sauren Gase, welche Schwefelsäure- und Sodafabriken verbreiten. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1857, S. 135. Dingler's Journ., Bd. 145, S. 374–427. Man vgl. die Sodafabrication.
Durch die Verbesserung der Sulfatöfen ist es allein möglich geworden, eine vollkommenere Condensation der salzsauren Gase zu erzielen. In Belgien wurden früher enorme Quantitäten dieses Gases in die Atmosphäre getrieben, so dass von allen Seiten die grössten Beschwerden laut wurden und eine wahre Revolution gegen die Sodafabriken ausbrach, da man den Ausbruch von Cholera und Typhus der Einwirkung dieser Dämpfe zuschrieb. Nur der verderbliche Einfluss auf die Vegetation konnte nicht abgeleugnet werden; in Betreff der

Empfindlichkeit der Bäume und Sträucher gegen die Säure folgten auf die Weissbuche der Haselstrauch, die Eiche, Birke, der Ahorn, die Winde, die Ulme, Linde, Esche, Pappel, der Weinstock, die Obstbäume und zuletzt der Himbeerstrauch, der Hopfen und die Erle.

9) Christel: Ueber die Einwirkung von Säuren-Dämpfen auf die Vegetation. Arch. f. Pharmac. 1871, p. 252. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin u. s. w., 17. Bd. S. 404, 1872.

Brom und Jod (S. 53—68).

1) Journal de Méd. de Bruxelles. Juillet, 58, 1867.

2) Durch unglückliches Verschütten von Brom oder zufälliges Zerbrechen der mit Brom gefüllten Flaschen können höchst gefährliche und schmerzhafte Verbrennungen entstehen, wenn die Körpertheile von Brom getroffen werden.

Thelmier theilt einen Unglücksfall bei einem jungen Chemiker mit, der beim Auftröpfeln von Brom auf Phosphor unvorsichtig war. Das Bromgefäss zersprang, das Brom floss über und eine 3 Meter hohe Flamme erhob sich, die zwar bald wieder erlosch, aber das Laboratorium mit einem erstickenden Dampf erfüllte. Kehlkopf und Schlund waren wie gelähmt: fast athemlos und halb ohnmächtig ging er in den Hof hinunter, nachdem er vorher den Kopf einige Secunden unter einen Strahl kalten Wassers gehalten, aber vergeblich versucht hatte, einige Tropfen Wassers zu trinken; nur einen unarticulirten Laut vermochte er auszustossen. Bald kamen drei Freunde hinzu, welche vom Dampfe weniger belästigt waren, und standen ihm bei. Man bemerkte dann, dass Stirn, Augenlieder, Nase, mit einem Worte das ganze Gesicht von Brom corrodirt waren: nur die Augen waren unversehrt geblieben. Die linke Hand und die untere Hälfte des Vorderarms waren vom Brom schrecklich verbrannt: Kleider, Schuhe u. s. w. waren vom Brom durchnässt. Die Berührung des durchtränkten Stoffes hatte auf dem linken Beine eine ziemlich tiefe, 15 Ctm. grosse Wunde erzeugt. Am folgenden Tage verfiel er in einen fieberhaften Zustand, welcher ihn 5 Wochen lang an's Bett fesselte.

3) Steinauer in Virchow's Archiv, Bd. 59, 1873, p. 65.

4) Man hat neuerdings eine Verbindung von Brom und Kampher in die Medicin eingeführt, welche durch Erhitzung dieser beiden Körper in geschlossenen Gefässen dargestellt wird, wobei neben Bromwasserstoff ein krystallinischer Körper, Bromkampher $C_{10}H_{15}BrO$, entsteht. Da Kampher die Formel $C_{10}H_{16}O$ hat, so ist ein Molec. Brom an Stelle eines H getreten. Der Bromkampher soll als Hypnoticum (3 Grm. auf 24 Stunden) nützlich sein.

5) Barbin (im Journ. Chim. méd.. Juin 1856 und in Schmidt's Jahrb., 92. Bd., S. 44) wurde erst am dritten Tage nach der Einwirkung der Joddämpfe von Ermüdung, Fieber, Schwere im Kopfe befallen, Erscheinungen, welche sich am vierten Tage vermehrten und dann mit einem Husten verbanden, welcher 14 Tage lang anhielt. B. hatte sich bei der Darstellung von Eisenjodür, welches durch Erwärmen von Eisenfeile mit Wasser und Jod dargestellt wird, den Joddämpfen zu sehr ausgesetzt. Hier sind dieselben Vorsichtsmassregeln wie bei der Darstellung von Eisenbromür erforderlich. Bemerkenswerth ist es, dass die Joddämpfe bei Menschen häufig nicht sofort ihre Wirkung äussern; andrerseits sind manche Individuen für Joddämpfe besonders empfänglich, wie aus Chevallier's Note sur les influences de l'Jode et Bromure (Annal. d'hyg. publ., Janv., 27. Bd., p. 313, 1842) hervorgeht. Manche Arbeiter sind bei mässiger Lebensweise jahrelang in Jodfabriken ohne allen Nachtheil beschäftigt, während solche, welche den Spirituosis ergeben sind, die Arbeit verlassen müssen. Diese Erfahrung stimmt mit den in Bromfabriken gemachten Beobachtungen vollständig überein.

6) Michel, F., in Wagner's Jahresbericht 1867, p. 194.
Amtlicher Bericht über die Wiener Ausstellung im Jahre 1873. 16. Heft. III. Gruppe: Chemische Industrie. Von Prof. Dr. A. W. Hofmann in Berlin. Braunschweig 1875. Chlor, Brom, Jod, Fluor von Dr. Ernst Mylius in Ludwigshagen, S 107, nebst Anmerkungen des Herausgebers.

Fluor (S. 68—71).

1) Fluorkalium soll dem Schmelz der Zähne Härte und Dauer verleihen, somit vor Caries schützen, so dass Fluorkalium zum Schmelz in derselben Beziehung steht, wie Eisen zum Blut und die Phosphate zu den Knochen. Man hat daher auch schon Fluorpastillen in den Arzneischatz eingeführt, welche besonders für Kinder während des Zahnens oder für schwangere Frauen empfohlen werden.

2) Rabuteau: Etude experim. sur les effets physiol. des fluorrures et des composés metall. en générale. Paris 1872.

Die Verbrennungen durch Flusssäure stimmen mit den durch Brom darin überein, dass sie stets mit einem heftigen Fieber verbunden sind. Folgender Fall ereignete sich in einem Laboratorium zu Paris und ist von Thelmier (l. c. S. 15) mitgetheilt worden: Ein Chemiker setzte seine Hand unvorsichtigerweise den dicken Dämpfen der Flusssäure aus und zog sich dadurch eine Brandwunde zweiten Grades zu. Dieser anscheinend wenig gefährlichen Affection folgten beunruhigende Symptome; die Entzündung verbreitete sich von der Rückenfläche der Hand, welche zuerst mit den ätzenden Dämpfen in Berührung gekommen war, bis zum Vorderarm und dann bis zum Oberarm. Am Abend stellte sich ein Fieber mit leichten Delirien ein und die Schmerzen hielten 7 Tage lang an, welche nur einer energischen, antiphlogistischen Behandlung wichen. Nur langsam besserten sich die Erscheinungen, aber die vollständige Genesung liess noch einen Monat lang auf sich warten.

Nach eigenen Beobachtungen können wir den Eintritt eines sehr heftigen Fiebers bei solchen Verbrennungen bestätigen, welches sich bei einem sehr kräftigen Manne entwickelte, der an diese Eigenschaft der Flusssäure nicht glauben wollte und deshalb aus Uebermuth ein paar Finger in dieselbe eintauchte.

3) Sitzung der Path. societ. of London vom 21. Jan. 1872. Allgem. medic. Centralzeitung, 29. St., 1873.

4) Die Verwerthung der Flusssäure als Aetzmittel hat durch das Sandblasverfahren von B. O. Tilghmann eine bedeutende Einschränkung erlitten. Der mit Heftigkeit auf die Glasfläche geschleuderte Sandstrahl erzeugt dieselbe Wirkung wie das Aetzverfahren. Der Sandstrahl wird entweder durch bewegte Luft oder durch einen Dampfstrahl in Thätigkeit gesetzt. Der Dampfstrahl durchströmt eine Hülse von etwa 10 Mm. Bohrung, in deren Achse sich das etwa 3,7 Mm. weite Sandzuführungsrohr befindet. Die Gewalt des durchströmenden Dampfes reisst den Sand aus dem innern Rohr heraus und schleudert ihn auf die zu ätzende Fläche. Da elastische oder zähe Körper der reibenden Gewalt des Sandes viel bedeutender widerstehen, so kann man Schablonen von Kautschuk, Schmiedeeisen u. s w. verwenden, um die den Schablonen entsprechende Figuren zu ätzen. Auf diese Weise hat die Flusssäure eine Concurrenz erfahren, die in sanitärer und technischer Beziehung grosse Vortheile bietet; man wird sich der Säure höchstens nur noch bei Messinstrumenten zur Darstellung von zarten und feinen Zeichnungen bedienen. Ausser Glas werden nämlich auch Granit, Marmor, Sandstein, selbst Korund vom Sandstein corrodirt; durch das Sandgebläse kann daher ein bedeutender Theil der gesundheitsschädlichen Arbeiten mittels des Meisels in Wegfall kommen.

Auch in der Photographie lässt sich beim Copiren der Negativen auf Glasplatten das Sandgebläse verwerthen. Da hierbei die Glasplatten mit der zur Darstellung der sogen. Kohlebilder dienenden Chromsäure-Lösung überzogen sind, so bilden nach dem Abwaschen der belichteten Platte die Partien des Leimüberzuges, welche hierbei stehen bleiben, eine Schablone, wodurch die Behandlung der entblössten Stellen des Glases mittels des Sandstrahles ermöglicht wird. Man vergl. Dr. Mylius l. c. S. 141.

Sauerstoff (S. 71—99).

1) Fleitmann (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 134, S. 64) hat die von Mitscherlich hervorgehobene Thatsache, dass verschiedene Metalloxyde, wie Mangansuperoxyd, Eisenoxydhydrat, Kupferoxyd u. s. w., zu einer Chlorkalklösung gesetzt, eine reichliche Sauerstoffentwicklung veranlassen, wieder aufgenommen und das frisch bereitete Kobaltsesquioxyd hierzu benutzt. Er empfiehlt eine concentrirte, durch Filtriren und Absetzen geklärte Chlorkalklösung mit 0,1—0,5 % ihres Gehaltes an Kobaltsesquioxyd auf 70—80° zu erwärmen. Ein Zusatz von einigen erbsengrossen Stückchen Paraffin zur Chlorkalklösung überhebt der Mühe, eine klare Chlorkalklösung darzustellen und verhindert durch die Bildung einer dünnen Oelschicht auf der Oberfläche das Schlämmen, welches bei dieser Operation oft belästigend eintritt.

Die Methode, eine dicke Kalkmilch mit Chlor zu behandeln, rührt von A. Winkler (Journ. f. pract. Chemie, Bd. 98, S. 340) her.

2) Philipps, Joseph: Der Sauerstoff, Vorkommen, Darstellung und Benutzung desselben zu Beleuchtungszwecken u. s. w. Berlin 1871.

3) Regnault und Reiset in Annal. de chimie et phys. Tome XXVI. p. 399, 1849.

4) Müller im Sitzungsberichte der Kaiserl. Acad. d. Wissensch. zu Wien, Bd. 33.
5) Reid: Essay sur la nature et le traitement de la phthisie pulmonaire, Paris 1792.
6) Demarquai: Versuch einer medicinischen Pneumatologie. Deutsch von Oscar Reyher. Leipzig und Heidelberg 1867, p 233
7) Nach Oscar Brefeld (Untersuchungen über Alkoholgährung im Sitzungsber. der physik.-medic. Gesellsch. in Würzburg für 1873, p. 22) bedarf die Alkohol-Hefe wie alle Pflanzen zu ihrer vegativen Entwicklung und Vermehrung der Einwirkung des freien Sauerstoffs. Die nicht wachsende, vom Zutritt des freien Sauerstoffs abgeschlossene, lebende Hefezelle erregt in Zuckerlösung alkoholische Gährung. Die Gährung ist hier der Ausdruck eines abnormalen, unvollkommenen Lebensprocesses, bei welchem die zur Ernährung der Hefe nothwendigen Stoffe (Zucker, stickstoffhaltige, mineralische Bestandtheile und freier Sauerstoff) nicht alle gleichzeitig und harmonisch zum Wachsthum der Hefe zusammenwirken.
8) De Bary: Schimmel und Hefe 2. Aufl., Berlin 1874 In der Sammlung wissenschaftlicher Vorträge. Man findet hier eine Erörterung der Hallier'schen Ansichten über Hefe und Schimmelbildung.

Man vergl. auch Karsten: Die Fäulniss und Ansteckung. Schaffhausen 1872. Cohn, Ferdinand: Ueber Bakterien, die kleinsten lebenden Wesen Berlin 1873. In der Sammlung der wissenschaftl. Vorträge.
9) Liebermeister: Ueber die Ursachen der Volkskrankheiten. Basel 1865. S. 36.
10) Appert: Le livre de tous les menages, ou l'art de conserver etc. Paris 1830. Willaumer: De conserver alimentaires nouveau procédé dans la Meurthe. Paris 1850.

Das Appert'sche Verfahren bleibt noch immer der Ausgangspunct aller neuern Versuche auf dem Gebiete der Conserven, welche immer mehr an Bedeutung gewinnen und ganz besonders auch der Militairverwaltung im Kriege grosse Vortheile versprechen. Neuerdings ist das Australische Büchsenfleisch ein grosser Industriezweig geworden, hat aber in Deutschland noch wenig Eingang gefunden.

Crosse und Blackwell in London vertreten die Conservenindustrie in einem grossartigen Massstabe; sie versenden eingemachte Fleischpasteten (Potted meats), Saucen, conservirte Suppen, Salm und sonstige Fischspeisen, deren Absatz durch die Kriegsmarine, die Handelsflotte und die Garnisonen in den Colonien u. s. w. hinreichend gesichert ist, so dass „das Zeitalter der Blechbüchsen" (The age of Tin) immer näher rückt. Um übrigens den Metall- oder Blechgeschmack, welchen die Büchsen den conservirten Gemüsen oft ertheilen, zu vermeiden, fängt man an, Gläser statt der Büchsen für diesen Zweck einzuführen, seitdem ihr hermetischer Verschluss weniger Schwierigkeiten darbietet.

In Mainz ist aus Mitteln des Reichs die erste grosse Fabrik für Militairconserven errichtet.

Das Jones'sche Verfahren ist in Dingler's Polyt. Journ. CCX. p. 319 genauer beschrieben.

Man vergl. den Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873. Drittes Heft, IV. Gruppe: Nahrungs- und Genussmittel als Erzeugnisse der Industrie von Prof. Dr. Carl Eugen Thiel in Darmstadt. Braunschweig 1874.
11) Mayet im Journ. de chim. et phys., 1851, p. 42.
12) Neuerdings ist das Wasserglas zur Conservirung der Eier vorgeschlagen worden; sie sollen mit einer 30% haltigen Wasserglaslösung behandelt werden. Da sie auf der Oberfläche schwimmen, so sind sie öfter unterzutauchen; nach 10 Minuten werden sie auf einem hölzernen Rost getrocknet. Sie erhalten durch diese Behandlung einen glänzenden, luftdichten Ueberzug.
13) Lucas, Eduard: Kurze Anleitung zum Obstdörren, 3. Aufl. Ravensburg 1869.

Getrocknete und comprimirte Gemüse haben in Frankreich, namentlich in der Armee und Marine, grosse Verbreitung gefunden.
14) Das Verfahren von Krönig ist im Polyt. Notizblatt 29, p. 198 beschrieben.

Die Kunst, die Speisen in Därmen aufzubewahren, hat sich bekanntlich auch bei der im letzten Kriege vielfach besprochenen Erbsenwurst bewährt, eine Methode, welche noch weiter zu verfolgen ist und grosse Vortheile verspricht.

Ausführliche Belehrung über Wurstbereitung gewährt L. F. Dronne: Charcuterie ancienne et moderne. Paris 1869
15) Man vergl. Hirschberg, H.: Ueber die Conservirung der Milch durch Borsäure im Archiv d. Pharmac. CC. p. 45 und Chemisch. Centralblatt, S. 498, 1872. Ponziau, A. L.: Le Laiterie. Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers. Paris 1872.
16) Das Waschen des Getreides bezweckt den durch langes Lagern in schlecht ventilirten Magazinen oder in Schiffsräumen erlangten schimmlichen Geruch desselben wegzuschaffen. Man gebraucht dazu eine 6—7malige Waschung und zwar

abwechselnd: ein alkalisch gemachtes, pures Wasser, eine Chlorkalk enthaltende Lösung, reines Wasser, mit Salzsäure angesäuertes Wasser und schliesslich wieder reines Wasser; das Trocknen geschieht mittels Centrifugalmaschinen und in heissen Kammern.

17) Unter andern Autoren erwähnt Taylor ein solches Vorkommniss, welches in Frankreich sich ereignet und die Erkrankung mehrerer Familien veranlasst hatte. Die Nachforschungen ergaben, dass Risse an den Mühlensteinen mit Bleikitt verstopft und mit Gips überdeckt waren. Der Gips war abgefallen und das Bleisalz, welches abbröckelte, war mit vermahlen worden und so unter das Mehl gerathen. (Taylor's Gifte. Uebersetzt von Seydeler. 2. Bd. S. 434. Cöln 1863.)

18) Horsford nimmt 3 Th. weisse, gewaschene Knochenasche, behandelt dieselbe mit 2,4 Th. Schwefelsäure, aus welcher man durch Verdünnen mit 10 Th. Wasser das etwa vorhandene Blei entfernt hat, um Calciumphosphat ($Ca(H_2PO_4)_2$) zu erhalten, welches noch ⅓ des Kalkes der Knochen enthält. Nach Entfernung des Gipses wird die Flüssigkeit zur Honigdicke eingedampft und nach dem Erkalten 1 Th. Stärke beliebiger Sorte zugesetzt, wodurch eine bröcklige Masse entsteht, die bei gelinder Wärme ein weisses, trocknes Pulver liefert. Auf 3 Th. Phosphat wird nun 1 Th. Natriumbicarbonat zugesetzt. Man bereitet aus beliebigem Mehl einen Teig, salzt denselben und setzt vom Backpulver eine entsprechende Menge zu, mengt gut und backt das Brot auf die gewöhnliche Weise; die hierbei entweichende Kohlensäure macht das Brot locker und leicht. Ein Zusatz von Kaliumbicarbonat statt Natriumbicarbonat soll das Brot noch wohlschmeckender machen und sprechen hier nur die höhern Kosten mit.

Man kann daher nach Liebig auch durch ein Gemenge von Natriumbicarbonat und Chlorkalium im Verhältnisse von 2 : 1 das Kaliumbicarbonat ersetzen. Da das Brot für einige Zeit die Fleischnahrung ersetzen kann, so ist es namentlich für Armeen im Felde von grossem Werthe; im letzten amerikanischen Kriege hat es bereits grosse Dienste geleistet. Auch kann man das Brot durch geeignete Zusätze noch nahrhafter machen. (The Theory and Art of Bread making. A new Process without the use of ferment. By Prof. E. N. Horsford.)

19) Eulenberg und Vohl: Ueber Brotvergiftung in Vierteljahrssch. f. gerichtl. Med. Bd. XII. S. 322. 1870.

20) Meyer, Gustav: Ueber die Nährfähigkeit verschiedener Brotsorten in der Zeitschr. für Biologie, 1. Heft 1871. Die bezüglichen Versuche fielen zu Gunsten des gewöhnlichen Roggenbrotes aus.

Ozon (S. 90—99).

21) v. Gorup-Besanez in den Annalen der Chemie und Pharmacie. Februar- und März-Heft 1872.

22) Lender: Deutsche Klinik, 1872, No. 19 u. s. w.

23) Oldling hat im Monit. scientif. 1873 No. 376, p. 319 eine ausführliche Geschichte des Ozons geliefert.

Man vergl. ferner History of Ozone, Proceedings of the Royal Institut. 1872.

Zu beachten ist ferner: Belluci, Guisseppe: Sull' Ozono, note e reflexioni. Trato 1869.

Houzeau und Renard (Monit. scient. 1873, No. 376, p. 340) benutzten concentrirtes Ozon zum Studium der organischen Verbindungen, wobei angeblich ein neuer Körper (Ozobenzin) entstand.

24) Carius im Bericht der Deutschen chem. Gesellsch. zu Berlin Juli-Heft 1872.

25) Schwartzenbach in den Verhandlungen der physik.-medic. Gesellsch. zu Würzburg. 1. Bd. p. 322.

26) Häcker, Adalbert: Ueber den Einfluss ozonisirter Luft auf die Athmung warmblutiger Thiere. Riga 1863.

27) Dewar und Mac Kendrick in Roy. Soc. Edinb. Proc. Session 1873—1874.

28) Rosenthal, J.: Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862.

29) Huizinga im Centralblatt der medic. Wissensch. No. 21, 1867.

30) Kühne und Scholz in Virchow's Archiv, 33 Bd., S. 96—111.
Lewison eod. loc. 36. Bd. S. 15.

31) Pokrowski, eod. loc. 36. Bd. S. 482—501.

32) Hammerschmidt: Das Ozon und seine Wichtigkeit im Haushalte der Natur und des menschlichen Körpers. Wien 1873.

33) Dr. Wenzel: Ueber die Marschfieber in ihrer ursächlichen Beziehung während des Hafenbaues im Jadegebiete von 1858—1859. Prag 1870.

34) Werner Siemens hat in Poggend. Annal. CII. 120 die Inductionsröhren beschrieben.

Wasser (S. 99—131).

1) Henneberg, Rudolf, im Communalblatt der Stadt Berlin, No. 26, 1870.
Mehrere Arten von Wasser- und Dampfheizungen sind im 15. Heft des Amtlichen Berichts über die Wiener Weltausstellung von Seelhorst S. 309 beschrieben. Braunschweig 1874

2) Salisbury: On the cause of intermittens and remittens fevers etc. Americ. Journ. of Med. Science, Jan. 1867, p. 51.

3) Wood, eod. loc. 1868, p. 333—352.

4) Frankland in Dingler's polyt. Journ., 184. Bd., p. 166, 1867.
— über Trinkwasser im Amtlichen Bericht über die Wiener Ausstellung, 16. Heft, 1875, S. 47.

5) Reincke in der Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin u. öffentl. Sanitätswesen, XXII. Bd, 1875, S. 127.

6) Tiemann hat eine Reihe genauer Versuche zur Bestimmung der Salpetersäure im Wasser angestellt (Zeitschr. der Berl. chem. Gesellsch. 1873, 1034).

7) Fischer, Ferdinand: Das Trinkwasser, seine Beschaffenheit, Untersuchung und Reinigung. Hannover 1873.

8) Fleck: Erster Jahresbericht der chem Centralstelle für die öffentl. Gesundheitspflege, 1872, S. 27.
— Journ. für prakt. Chemie, Bd. 4, 1871, S. 364.

9) Vohl: Ueber die Anwendung alkalischer Silberlösungen zum Nachweise organischer Stoffe im Wasser. Archiv d. Pharmac., 4. Heft, 1874.

10) Prestel: Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland. Emden 1871.

11) Lebert, Hermann: Aetiologie und Statistik des Rückfalltyphus und des Flecktyphus Leipzig 1870.

12) Virchow's Archiv 1860 S. 242 und 1862 S. 453.

13) Reichardt: Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers. 2. Aufl. Jena 1872.
Kubel, Wilhelm: Anleitung zur Untersuchung von Wasser, welches zu gewerblichen und häuslichen Zwecken benutzt werden soll. 2. verm. Aufl. von Dr. Ferd. Tiemann. Braunschweig 1874.
O'Brien Mahony: The presence of organic matter in potable water always deleterious to health, to which is added the modern analysis. Second edition. Dublin 1869.

14) Falkland classificirt die Trinkwässer folgendermassen: 1) Regenwasser (verdächtig), 2) Bergland-Tagewässer aus kalkigen und nicht kalkigen Schichten (meistens gutes Wasser), 3) Tagewässer von cultivirtem Lande aus kalkigen und nicht kalkigen Schichten (häufig verdächtig), 4) Flachbrunnenwässer (gefährliches Wasser), 5) Tiefbrunnenwässer aus kalkigen und nicht kalkigen Schichten, 6) Quellwasser aus kalkigen und nicht kalkigen Schichten (5 und 6 meist gutes Wasser). Das Wasser der Flachbrunnen rechnet F. zu den gefährlichen, ganz einerlei, aus welcher geologischen Formation sie schöpfen, namentlich wenn sie sich in der Nähe von Sielen, Senkgruben u. s. w. befinden. In vielen Fällen habe sich der Ausbruch epidemischer Krankheiten in Städten und Dörfern auf die Benutzung solchen Wassers zurückführen lassen. Quell- und Tiefbrunnenwasser zieht er selbst dem Bergland-Tagewasser vor.

15) Virchow: Reinigung und Entwässerung Berlins. Berlin 1873.

16) Ballard: Med. Times and Gaz. Nov. 26. 611. 1870, eod. loc. May 24. p. 550, 1873.

17) Lebert, loc. cit. (No. 11).

18) Nach Falkland ist die Wirksamkeit eines Kohlenfilters nach 4 Monaten erschöpft: er hält die Filtration durch eine 2 Meter dicke Schicht gewöhnlichen porösen Bodens für wirksamer als die Sandfiltration, wenn das Durchfliessen nach je 6 Stunden unterbrochen und der Luft Zutritt zu den Poren des Bodens gestattet wird (l. c. p. 72, 73).

19) Bolley's Handbuch d. chemischen Technologie, 7. Bd., Braunschweig 1862, S. 71.

20) Falkland spricht überall den tiefen Brunnen und Quellen das Wort, zu denen sich das Wasser erst durch das langsame natürliche Hindurchsickern durch dicke Schichten von Gestein und Erde seinen Weg bahnen müsste Hier käme die kräftig oxydirende Wirkung des porösen und durchlüfteten Bodens auf die im Wasser gelöste organische Materie zur vollen Geltung (l. c. p. 56).
Die Sitte, filtrirtes Wasser nochmals mittels Kohlenfilter in den Haushaltungen zu behandeln, verdient immerhin Beifall. In Bezug auf die Entfernung organischer Substanzen ist erfahrungsgemäss ganz besonders der sogen. Eisenschwamm zu empfehlen Man stellt ihn durch Reduction von Haematit mit Kohle bei möglichst niedriger Temperatur dar und hat in neuerer Zeit Filtrirapparate mittels desselben construirt.

Wird ein mit Fäcalstoffen verunreinigtes Wasser dieser chemischen Reinigung unterworfen, so hält Frankland es noch nicht für bewiesen, dass ein solches Wasser auch die Fähigkeit verloren habe, epidemische Krankheiten zu verbreiten.

21) Roth, Ludwig: Die Kesselsteinbildung und die Mittel zur Verhütung derselben. Berlin 1872.
De Haen über radicale Beseitigung d. Kesselsteins in Dingler's Journ. CCVIII. p. 271.

22) Foussagrives in Annal. d'hyg. publ. etc., Avril 1865, p. 257.

23) Virchow-Hirsch's Jahresbericht 1866, I. 282, 1868, I. 293.

24) Fuhrmann: Beiträge zur Verpflegung mit Wasser an Bord von Kriegsschiffen. Beiheft zum Marine-Verordnungsblatt No. 11, Berlin 1874. Hier findet sich auch die Abbildung und Erklärung des Normandy'schen Apparates.
Auch Bolley hat mehrere Apparate für die Destillation des Seewassers abgebildet.

25) Möller: Ueber die Methode zur Ermittelung der Feuchtigkeit in Gebäuden, in Pappenheim's Monatsschrift f. Sanitätsp., I. Jahrg. 1860, S. 337.
Erismann in der Zeitschrift für Biologie, XI. Bd., S. 1—78, 1875.

26) Die Behauptung, dass säurefreies H_2O_2 längere Zeit unzersetzt bliebe, ist noch nicht ganz sicher gestellt. Die meisten Präparate enthalten Salpetersäure in kleinen Mengen.
Wasserstoffsuperoxyd ist nicht bloss ein mächtiges Oxydationsmittel, sondern auch ein Reductionsmittel, indem es Jod in Jodwasserstoffsäure überführt ($J + H_2O_2 = 2HJ + O_2$), aus Silberoxyd metallisches Silber ausscheidet und Braunstein zu Manganoxydul reducirt:

$$Ag_2O + H_2O_2 = Ag_2 + H_2O + O_2,$$
$$MnO_2 + H_2O_2 = MnO + H_2O + O_2.$$

Bei diesen Reactionen treten stets 2 Atome Sauerstoff zu einem Molec. zusammen.
Bisweilen wirkt H_2O_2 gleichzeitig oxydirend und reducirend ein. Die reducirende und oxydirende Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds spielt beim Bleichen die eigentliche Rolle, grade wie schweflige Säure und Zinkstaub als Reductionsmittel, Chlor und Ozon als Oxydationsmittel den Bleichprocess vermitteln. Die Entfärbung durch H_2O_2 erfolgt nur langsamer als durch Chlor.
Tessié du Motay und Maréchal schlugen H_2O_2 zum Bleichen der Gewebe vor und zwar in der Weise, dass dieselben nach der Bleiche mit übermangansaurem Kalium in eine Lösung von H_2O_2 getaucht werden sollten.
Dass Wassersuperoxyd Haare und Federn bleicht, ist sicher. In England wird es zum Rothfärben der Haare als golden hair water oder Auricome vielfach verwendet.
In technischen Kreisen zweifelt man nicht daran, dass Wasserstoffsuperoxyd mit Ausschluss des Lichtes dem Bleichprocesse dienen kann, was von grosser Bedeutung sein würde, da z. B. die Ozonbleiche des Elfenbeins nur bei starkem Sonnenlichte im Sommer vorgenommen werden kann.
Oppenheim im Amtl. Bericht der Wiener Ausstellung, 16. Heft, S. 41.

27) Assmuth, J.: Ueber die Einwirkung von Wasserstoffsup. auf d. physiol. Verbr. Dorpat 1864.

28) Stöhr im Arch. f. klin. Med., 3. Bd. 5. Heft S. 421.

Schwefel (S. 135—173).

1) Barbaglia, Angelo: Die Schwefelindustrie Siciliens (im Amtlichen Bericht der Wiener Ausstellung, S. 144).

2) Bouisson: Ophthalmie produite par le soufrage de la vigne in den Annal. d'hyg. publ. 1863, p. 469.

3) Der Apparat von Thomas und die Fabricationsmethode ist in Payen's Handb. der techn. Chemie (übers. von Stohmann u. Engler, Stuttgart 1872, S. 122) abgebildet und beschrieben.

4) Die Thatsache, dass Schwefelwasserstoff nicht zu den spec. leichten Gasen gehört, ist in manchen Fällen von Bedeutung (s. Vierteljahrsschr. f. ger. Medic. 1876, 4. Heft).

5) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 262.

6) Falck und Amelung: Deutsche Klinik 1864, S. 39—41, 1865 No. 17—33.

7) Schaffner, Max, in den Verhandlungen der physik.-medic. Gesellsch. in Würzburg 1869, p. 179—183. In dem mitgetheilten Falle stellten sich 3 Wochen lang Tobsuchtsanfälle ein.

8) Arch. für Anatomie und Phys. von Reichert und Dubois-Reymond, 1865, S. 659.

9) Med. Centralbl. 1863, No. 28. Med. chem. Unters., Berlin 1866, 1. Heft S. 151.

10) Eulenberg's Lehre u. s. w., l. c. S. 272.

11) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 460 u. 507.

12) Chevallier hat zwei Fälle von tödtlicher Einwirkung der schwefligen Säure auf Arbeiter mitgetheilt (s. Effets d'acide sulfureux sur les vegetaux in Annal. d'hyg. publ, Oct. 1863, S. 408).

Ueber den Einfluss der schwefligen Säure auf die Vegetation vergl. man noch Julius Schröder (Landwirthschaftl. Versuchsstation XV., p. 321, Wagner's Jahresber. 1874, S. 277).

Die Hauptursache des nachtheiligen Einflusses von SO_2 soll in der Depression der normalen Wasserverdunstung liegen. Nadelhölzer werden im Allgemeinen weniger als Laubhölzer afficirt, weil die Blattfläche eines Nadelholzes weniger schweflige Säure aufnimmt als die von Laubholz. Die Aufnahme von SO_2 konnte bei Laub- und Nadelholz nachgewiessen werden, wenn die betreffenden Zweige in einer Luft verweilten, die nicht mehr als $^1/_{5000}$ ihres Volumens an schwefliger Säure enthielt. Licht, hohe Temperatur und trockne Luft begünstigen ihre Aufnahme und beeinträchtigen am stärksten die Verdunstung.

Stöckhardt (Centralblatt für Agriculturchemie 1872, p. 15, Wagner's Jahresber. 1874. S. 178) hat nachgewiesen, dass der Nachtheil des Hütten- und Steinkohlenrauches auf die Vegetation ausschliesslich seinem Gehalte an SO_2 zuzuschreiben ist.

Eine Entfernung von 630 Metern scheint auch die empfindlichste Vegetation gegen die Wirkung der Rauchmassen zu schützen, wenn die Schornsteine wenigstens 25 Meter hoch sind. Stöckhardt hält Nadelhölzer für empfindlicher gegen SO_2 als Laubhölzer und zwar in folgender Reihe: Tanne, Fichte, Kiefer und Lärche. Von Laubhölzern sind Weissdorn, Weissbuche, Birke und Obstbäume am empfindlichsten; ihnen folgen Haselnuss, Rosskastanie, Eiche, Rothbuche, Esche, Linde und Ahorn. Die Pappel soll sich am widerstandsfähigsten zeigen, was wir nach eignen Beobachtungen nicht bestätigen können, während St. ausser dieser auch die Erle und Eberesche für am meisten geschützt hält. In den durch SO_2 getödteten oder corrodirten Pflanzentheilen konnte SO_2 nicht, wohl aber eine grössere Menge von Schwefelsäure nachgewiesen werden.

Zu erwähnen ist hier der Vorschlag von Todd, die Röstgase der Pyrite und die Rauchgase dadurch zu verwerthen, dass man diese Gase unter Schichten von Kohle oder Koks führt, welche durch abgehende Wärme erhitzt werden. Die Kohlensäure verwandele sich dann in Kohlenoxyd, welches als Heizmaterial diene, und die schweflige Säure liefere ausser Kohlenoxyd noch Schwefel, der in einem Kühlapparat condensirt werden könne.

13) Asphyxie accidentelle par des fumigations sulfureuses. Journ. de chim. méd., Janv., p. 47; Jahresber. von Virchow-Hirsch I. 1867, S. 419

14) Hirt: Gasinhalations-Krankheiten, S. 75. Breslau u. Leipzig 1873.

15) Würtembergisches Corresp.-Blatt No. 48, 1852.

16) Ausführliches über die Verwendung der schwefligen Säure findet sich bei

Dewar: On the application of sulphurous acid. gaseous and liquid to the provention and cure of diseases. Second edit. Edinb. 1868.

Pairman: The great sulphure cure brought to the test and workings of the new curative machine proposed for human lungs and windpipes. Edinb. 1868.

17) Die Zeichnung ist dem Payen'schen Werke (S. 232) entnommen.

18) Winkler, C. A.: Untersuchungen über die chemischen Vorgänge in den Gay-Lussac'schen Condensationsapparaten der Schwefelsäurefabriken. Freiberg 1867.

Winkler sieht die Bleikammerkrystalle für eine Vereinigung von Schwefelsäurehydrat mit salpetriger Säure an. Untersalpetersäure bilde in Berührung mit feuchter schwefliger Säure nitrose Schwefelsäure in festem, krystallisirtem Zustande. Salpetrige und schweflige Säure gäben, falls Feuchtigkeit zugegen sei, bei ihrem Zusammentreffen Schwefelsäurehydrat und entweichendes Stickoxydgas.

19) Die beiden Figuren sind dem Werke von Friedrich Bode: Beiträge zur Theorie und Praxis der Schwefelsäureproduction (Berlin bei Oppenheim, 1872) entnommen.

Bezüglich der Schwefelsäurefabrication ist noch beachtenswerth:

Smith, Henry Arthur: The chemistry of sulphurid and manufacture. Lond. 1873. Deutsche Ausgabe von Friedr. Bode unter dem Titel: Die Chemie der Schwefelsäurefabrication. Freiberg 1874.

Schwarzenberg. Philipp: Technologie der chemischen Präparate. Braunschweig 1865.

20) Der Ofen von Hasenclever und Helbig ist beschrieben in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1870, S. 706, sowie in Dingler's polytechn. Journ. 1871, erste Hälfte.

21) Eine ausführliche Beschreibung dieses Ofens findet sich in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung 1871, No. 5.

Bei den ursprünglichen Perret'schen Oefen wurde das Erz von einer Etage zur andern mit der Hand gekrückt, wodurch viele Arbeit entstand. Die neuern Oefen haben eine Höhe von 2 Meter und 4 Reihen Platten übereinander, auf denen der Kies vollständig abbrennt, ohne dass man ihn von oben nach unten zu schieben braucht.

Maletras hat nach diesen Principien einen Ofen construirt, in welchem Feinkiese ohne Stückkies und ohne Kohlenfeuerung abgeröstet werden. Es sind aber schwefelreiche Kiese von 46—48% Schwefel erforderlich, wenn das Resultat günstig sein soll.

Aus diesen vielfachen Ofenconstructionen ersieht man, dass kein Ofen allen Zwecken dienen kann und man daher von der Natur der Kiese auch die Construction der Oefen abhängig machen muss. In der Nähe von Berlin sind Oefen von Maletras im Betriebe. Ueber den Walter'schen Ofen s. Wagner's Jahresber. 1874, S. 246.

22) Bei fehlerhaften Pumpen kann in Folge des Druckes ein Platzen derselben erfolgen, wodurch schon bedeutende Verletzungen und Verbrennungen der Arbeiter entstanden sind. Es ist daher Pflicht der Fabricanten, alle Pumpvorrichtungen einer öftern und sorgfältigen Revision zu unterwerfen, um ein Unglück dieser Art zu verhüten.

23) Lunge hat in Dingler's polytechn. Journ. (CCI. p. 341) eine genaue Beschreibung des Glover'schen Thurmes geliefert. Man vergl. hierüber auch Fr. Vorster in Dingler's Journ., 203. Bd., p. 204. Wagner's Jahresber. f. 1875, S. 341, 355, 358 u s.w.

Wie der Gay-Lussac'sche Thurm sich an die Bleikammer anschliesst, so ist der Glover'sche Thurm zwischen Kammern und Brenner eingeschaltet; man kann ihn als Denitrir- und Concentrationsthurm bezeichnen. Seine Hauptaufgabe besteht aber im Concentriren der Kammersäure durch die Hitze der aus dem Brenner kommenden schwefligen Säure und in dem Denitriren der aus dem Gay-Lussac'schen Thurm ausfliessenden nitrosen Schwefelsäure, obgleich der erstere Zweck vollständiger als der letztere erreicht werden soll, weil viele Stickstoffverbindungen angeblich zu Stickstoff reducirt werden.

24) Ueber den Transport der concentrirten Schwefelsäure in Dingler's Journ. 1874, S. 518.

Ueber Reinigung der Schwefelsäure von Arsen mittels Schwefelwasserstoffs nach Gerstenhöfer s. Wagner's Jahresber. 1874, S. 259; ferner S. 237.

Selen (S. 173—174).

1) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 455.

Tellur (S. 174).

1) Eulenberg: Die Lehre u. s. w. S. 463.
2) Gmelin, C. G.: Versuche über die Wirkung von Baryt, Strontian u. s. w. Tübingen 1824, S. 43.

Stickstoff und seine Verbindungen (S. 174—255).

1) Boussingault hat die Untersuchungen über die Kohlensäure im Boden angeregt. v. Pettenkofer: Die Luft im Boden oder Grundluft (in den Vorlesungen in Beziehung der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden. Braunschw. 1872).

— Zeitschr. f. Biologie VII. S. 395, 1871, u. IX. S. 250, 1873.

Fleck: Zweiter und dritter Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege in Dresden. Dresden 1873 u 1874.

Staebe, C. L.: Boden-Ventilation als Schutzmassregel wider Cholera und Typhus. Herausgeg. von Paul Niemeyer, Magdeburg 1873.

Staebe geht von der Erwägung aus, dass Epidemien von Cholera, Typhus u. s. w. dadurch zu verhüten sind, dass man unaufhörlich grosse Mengen frischer, reiner Luft in den Boden leitet, die verdrängte Luft aber an einem vom Menschenverkehr entfernt gelegenen Puncte zum Abfluss in die Atmosphäre bringt. Zu diesem Zwecke empfiehlt er, die Keller unter den Wohnräumen 12 Zoll hoch auszugraben und sämmtliche in den Kellerwänden liegende Schornsteine des Hauses bis zu dieser Tiefe hinabzuführen, gegen den Grund durch dichtes Mauerwerk abzuschliessen und mit jenem 12 Zoll hohen Raume durch eine ebenso hohe seitliche Oeffnung in Communication zu setzen. Danach sei der 12 Zoll hohe Hohlraum über Eisenbahnschienen zuzuwölben, mit einer Betonschicht zu belegen und die nunmehr gewölbte Kellersohle zu planiren. Damit der Hohlraum rein erhalten werde, ist beim Fegen der Schornsteine in die Reinigungsthüren ein Schutzblech einzufügen. Man könne auch besondere Canäle aufmauern, welche über der Rei-

nigungsthür in die nicht hinunter geführten Schornsteine münden und im Hohlraum ebenso wie die letztern mit seitlichen Oeffnungen versehen sind.
Vogt, Adolf: Trinkwasser oder Bodengase. Eine Streitschrift zur Beleuchtung der Tagesfragen über die Entstehung des Typhus und dessen Bekämpfung. Basel 1874.
Fodor: Experiment. Unters. über Boden und Bodengase. Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege VII. S 205, 1875.
Pfeiffer: Ueber Bodenwärme und Infectionskrankheiten. Berl. Klin. Wochenschr. IX. Jahrg., S. 15. Port im Bayer. ärztl. Intelligenzblatt XXII. 9.

2) Festschr. f. d. Versamml. deutscher Naturforscher in Rostock. Tägliche Beobachtungen von Franz Schulze. Rostock 1871.

3) Schmid, Ernst Erhard: Grundriss der Meteorologie. Leipzig 1862.
Dove, H. W.: Die Witterungsverhältnisse in Berlin. 2 Aufl. Berlin 1858. Eine sehr praktische Schrift.
Smith, Rob. Angus: Air and Rain, the beginnings of a chemical Climatologie. London 1872.

4) Man vergl. die Versuche von Seitz (Deutsche Klinik 1865, No. 41).

5) Obernier, F.: Der Hitzschlag, Insolatio — Coup de Chaleur — Sun-stroke. Nach neuen Beobachtungen und ausgedehnten Versuchen. Bonn 1867.
Passauer (Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin u. s. w., VI. Bd., 2. Heft 1867) hält den Hitzschlag für eine Infectionskrankheit.
Arndt, Rudolf: Zur Pathologie des Hitzschlages (in Virchow's Archiv, 64. Bd., 1875, S. 15).

6) New-York Journ., New Ser. XIII., p. 45, 1854.

7) v. Pettenkofer: Ueber das Verhalten der Luft zum Wohnhause des Menschen (p. 50 in der cit. Vorles.).

8) Möller: Ueber die Methoden zur Ermittelung der Feuchtigkeit in Gebäuden. (Pappenheim's Monatsschr. für ex. Forsch. im Gebiete d. Sanitätspolizei, I. Jahrg. Berlin 1860, S. 337).

9) Lehnert in der Vierteljahrsschr. für gerichtl. Medicin u. s. w., 8. Bd., S. 261, 1868.
Bresler, l. c. 6. Bd. 2. Heft 1854.
Der § 89 der Bau-Polizei-Ordnung für Berlin und Umgegend vom 21. April 1853 schreibt vor, dass Kellergeschosse nur dann zu Wohnungen eingerichtet werden dürfen, wenn deren Fussböden mindestens einen Fuss über dem höchsten Wasserstande, deren Decke aber wenigstens 3 Fuss über dem Niveau der Strasse liegen. Auch müssen die Mauern und Fussböden solcher Wohnungen gegen das Eindringen und Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit geschützt werden.
Nach der neuesten Zählung gibt es in Berlin 22,000 Kellerwohnungen, die, zu je 75 Thlr. Jahresrente gerechnet, einen jährlichen Ertrag von 1,650,000 Thlr. bringen.
Schlechte Kellerwohnungen sind allerdings mit höchst schädlichen Einflüssen verbunden; Kellerwohnungen sind aber nicht gänzlich zu verwerfen, sondern bedürfen mehr als jede andere Wohnung bei der ganzen Anlage einer sanitätspolizeilichen Ueberwachung. Ein Haupterforderniss ist die gewissenhafte Beachtung einer alle Umstände berücksichtigenden Bau-Polizei-Ordnung, denn Verstösse gegen eine sachgemässe Bauconstruction können bei Kellerwohnungen nicht wieder gut gemacht werden, sie machen ihre sanitären Nachtheile auf die Insassen permanent geltend.

10) Bei den Kasematten ist es auch noch die mangelhafte Einwirkung des Lichtes, welche als ein sanitärer Nachtheil zu betrachten ist. Man kann hier zwar entgegnen, dass in Bergwerken Kinder geboren und erzogen werden, ehe sie das Tageslicht erblicken; diese Ausnahme berechtigt aber noch nicht dazu, die wohlthätige Wirkung des Lichtes gering zu achten. Das Licht ist ein Belebungsmittel für das Nervensystem und für die harmonische Function der physiologischen Processe erforderlich. Man vergl. die interessante Schrift von Forbes, Winslow: Light, its influence on life and health. London 1867.
Moleschott: Licht und Leben. Eine Rede. Frankfurt 1856.

11) Anders verhält es sich bei den Heizern auf Eisenbahnen und den Locomotivführern, welche schon wegen der bedeutenden Luftströmung den höhern Hitzegraden weniger ausgesetzt sind. Erfahrungsgemäss sind auch die Locomotivbeamten eher Krankheiten ausgesetzt, welche auf die in stehender Stellung zu ertragenden Erschütterungen zu beziehen sind, wie Steifigkeit in den Gelenken und Gelenkkrankheiten überhaupt. Was aber die Wärme des Heizapparates betrifft, von welcher das Locomotivpersonal getroffen wird, so schwankte bei den auf 5 Locomotiven angestellten Wärmemessungen eine 1½ Fuss vom hintern Kesselumfange entfernte Quecksilbersäule je nach dem Einflusse des Windes zwischen 24,5° und 30,5° R., während die Wärme der atmosphärischen Luft 16° R. im Schatten betrug. Eine belästigende Wärmestrahlung verbreitet sich bei jeder

Oeffnung der Feuerthür und wird nur von den Heizern empfunden. Wichtiger ist der Umstand, dass sehr ungleiche Temperaturgrade oft den Körper treffen; während die Erhitzung der untern Körperhälfte, namentlich der Fusssohlen, unerträglich werden kann, wird der obere Theil des Körpers ebenso oft dem abkühlenden Winde ausgesetzt. Trotzdem hat die bisherige Eisenbahn-Statistik noch nicht ein vorzugsweises Erkranken der Locomotivbeamten nachgewiesen. Sehr lehrreiche Andeutungen hierüber finden sich in der Schrift: „Zum Eisenbahn-Medicinalwesen. Von einem Hannöverschen Eisenbahnarzte. Celle 1863."

Es ist hier besonders auf v. Weber's Vorschlag: an jeder Bahnlinie Wannen- und Dampfbäder zur reichlichen Benutzung für das Maschinen- und Fahrpersonal anzulegen, aufmerksam zu machen, ein Vorschlag, dem wir aus voller Ueberzeugung beitreten, da neben Reinerhaltung des Körpers die belebende Wirkung des Bades als das beste Mittel zur Förderung einer normalen Hautthätigkeit erachtet werden muss.

v. Weber, M.: Die Gefährdungen des Personals beim Maschinen- und Fahrdienst der Eisenbahnen. Leipzig 1862.

Soulé: Praktische Bemerkungen über die Krankheiten, welche bei Eisenbahnbeamten vorkommen. Deutsch von Gustav Bögel. Leipzig 1866.

Verf. hat keine besondern Krankheiten bei den Locomotivführern, Maschinisten und Heizern auffinden können; namentlich vermisste er bei denselben Leiden der Nervencentren, welche angeblich ebenfalls durch die schwankende Bewegung der Maschine entstehen sollen.

Die Statistik der Eisenbahnbeamten ist erst im Entstehen. Cfr. Flinzer: Die Krankheits-Statistik der Eisenbahnbeamten (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic. 23. Bd., S. 355, 1875), Lent (Correspondenzblatt des Nieders. Vereins f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. IV., No. 4, 5, 6, S. 64, 1875).

Anders verhält es sich mit den Maschinisten auf Dampfschiffen, die entschieden grössern Extremen in der Temperatur ausgesetzt sind, wenn die geeigneten Schutzmassregeln fehlen. Diese bestehen gegenwärtig auf allen grössern Dampfschiffen in Ventilationsschloten aus Blech oder Leinwand, die nach dem Winde zu stellen sind und eine bedeutende Menge frischer und kühler Luft dem Maschinenraume und namentlich dem Heizraume zuführen; nur in tropischen Gegenden wird diese Einrichtung nicht ausreichen; s. Senftleben (Vierteljahrsschr. 25. Bd. 1876).

12) Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin, Bd. XVII., S. 119, 1860.

13) In der Seidenindustrie sind die Trockenstuben gegenwärtig fast ganz in Wegfall gekommen (s. S. 564). Für viele technische Zwecke sind sie aber noch unentbehrlich und werden am zweckmässigsten in der Weise construirt, dass von einem im Souterrain gelegenen Centralfeuerherd die Feuergase in Canälen oder Röhren aufwärts ziehen, in einem Röhrensystem sich vertheilen und unten in das Rauchrohr zurückkehren. Für Arbeiter, welche in solchen Räumen länger verweilen müssen, gibt es kein vortrefflicheres Mittel, als der Gebrauch von kalten Regenbädern, Brausen und Douchen. Die Einrichtung derselben ist so einfach, dass sie sehr leicht und ohne grössere Kosten fertig gestellt werden können; man sollte sie den Arbeitern überall, wo excessive Temperaturgrade auf dieselben einwirken, zur Verfügung stellen, da sie den Körper erfrischen und gegen die Hitze widerstandsfähiger machen.

Was die Luftheizung in Wohnräumen und Schulen betrifft, so wird ihr Werth noch vielfältig bestritten. Da die Schulen oft der Schauplatz der bezüglichen Versuche gewesen sind, so erklärt es sich, dass grade viele Lehrer entschiedene Gegner dieses Systems geworden sind. Viele Nachtheile sind jedenfalls auf eine unzweckmässige Anlage zurückzuführen, namentlich wenn sie sich als die Folgen einer übermässigen Erhitzung der Luft oder der Zuführung von Kohlenstaub u. s. w. kund geben. Schwierig ist die Erwärmung des Fussbodens und die Herstellung einer gleichmässigen Erwärmung mehrerer Stockwerke, denn es ereignet sich nicht selten, dass zu ebener Erde eine unzureichende Erwärmung und im ersten Stocke eine unerträgliche Hitze vorwaltet. Man zieht es daher neuerdings vor, nur einzelne Räume mit einer Centralheizung zu versehen, woraus aber natürlich grössere Kosten erwachsen, die man bei Schulen u. s. w. im Allgemeinen zu scheuen pflegt.

Die stärkere Bewegung der Luft bedingt nothwendigerweise eine kräftigere Ventilation, aber gleichzeitig grössere Trockenheit der Luft; auch die Temperaturdifferenz im geheizten Raume ist jedenfalls auffallend, sie kann in horizontaler Richtung 2° C., in verticaler vom Boden bis zur Decke 12° betragen. Man hat grade diesen Umstand als die Ursache mancher Erkrankungen, z. B. von Halsaffectionen, Kopf- und Brustschmerzen, angesehen, obgleich Zuverlässiges hierüber noch nicht vorliegt.

Kämmerer (Untersuchungen über die Luft in Schulzimmern bei Luft- und Ofenheizung. Bayer. Industrie- u. Gewerbe-Blatt VII., 6 u. 7, 1875) hat die Frage: ob die Heizeinrichtungen und die Ventilation in dem mit Luftheizung nach Reinhardt'schem Systeme versehenen Gebäude der Winterbaugewerkschule zu Nürnberg den heutigen Ansprüchen der Technik und Hygiene vollkommen genügen, in jeder Beziehung bejaht und die Luftheizung bei einer guten Anlage für zuträglicher als die Ofenheizung erklärt: kein anderes, bis jetzt erprobtes Heizsystem liefere in Bezug auf gleichzeitige Erwärmung und Ventilation, auf zuträglichen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Einfachheit der Anlage und Unterhaltung bessere Resultate.

K. hat besonders den Gehalt an Kohlensäure als Massstab benutzt und bei Luftheizung im Mittel 0,17575 Volumprocent (auf 6° und 760° Mm. Barometerstand berechnet), bei Ofenheizung im Mittel 0,26084 Volumprocent während der Unterrichtszeit im Lehrzimmer gefunden.

Während der Unterrichtszeit ohne Gasbeleuchtung enthielt die Luft in den Lehrzimmern der erwähnten Schule im Durchschnitt 0,14276 Volumprocent Kohlensäure bei der Luftheizung.

Der Gesammtmittelwerth aller Kohlensäurebestimmungen während der Unterrichtszeit mit und ohne Gasbeleuchtung belief sich bei Luftheizung auf 0,1753 Volumprocent, bei Ofenheizung auf 0,26014 Volumprocent.

Bei Luftheizung bewegte sich die einströmende Heizluft im Mittel während 1 Secunde 3,050 Meter, die abziehende Luft 1,893 Meter.

Was den Feuchtigkeitsgehalt der Luft betrifft, so ergaben sich bei Luftheizung als Gesammtmittelwerth bei allen Beobachtungen 60,95% relativer Feuchtigkeit, bei Ofenheizung 69,21%; bei Luftheizung 10,3% absoluter Feuchtigkeit und bei Ofenheizung 9,17%.

Es wird somit durch das Experiment bewiesen, dass die Luftheizung trocknend wirkt, was in der stärkern Luftbewegung und der hierdurch bedingten raschen Wegführung der wässrigen Ausscheidungen seinen Grund haben mag. Es gibt nun Fälle, in denen sich diese Trockenheit auf eine unangenehme Weise bemerkbar macht; man kann zwar hierauf erwiedern, dass dann die Schuld nur an der Einrichtung oder an einer unzweckmässigen Leitung der Feuerung liegt. Gibt man dies zu, so folgt aber weiter, dass die Luftheizung im Allgemeinen einer weit sachverständigeren Ueberwachung bedarf als die Ofenheizung, wenn sie ihrem Zweck vollständig entsprechen soll. In Schulen wird dies um so nothwendiger sein, weil es sich hier nur um eine vorübergehende Heizung von kürzerer Dauer handelt, während welcher alle Bedingungen zur Erreichung einer angenehmen Wärme noch schwieriger zu erfüllen sind.

Gut construirte Oefen können weit leichter nach dem jeweiligen Bedürfnisse gehandhabt werden und eignen sich namentlich für Volks-Schulen weit besser.

14) Ueber eine choleraartige Erkrankung nach dem Genusse von Fruchteis hat Chevallier berichtet (s. Espèce de cholera morbus causé par des glaces im Bull. de l'Acad. de méd. 23., p. 717). Jahresbericht von Virchow-Hirsch, I. Bd., S. 458 bis 459, 1868

Ueber Vanilleeis-Vergiftung vergl. man noch
Maurer im Arch. f. klin. Medicin, IX., p. 303, 1872.
Rosenthal, L., in Berl. klin. Wochenschr. No. 10, S. 115, 1874.
Ferber im Archiv der Heilkunde, 3. u. 4. Heft, S. 362, 1874.

15) Meidinger, Heinrich: Die Fortschritte in der künstlichen Erzeugung von Kälte und Eis. Amtl. Bericht über die Wiener Ausstellung, 16. Heft, S. 74.
Die Windhausen'sche Maschine ist in Wagner's Jahresber. für techn. Chemie (1870, S. 542) beschrieben.

16) Rose, Edmund: Die Mechanik des Hüftgelenkes. (Separat-Abdruck aus Reichert's u. du Bois-Reymond's Arch., Jahrg. 1865, Heft 5.)

17) Meyer-Ahrens: Die Bergkrankheit. Leipzig 1854.

18) Schlaginweit in Koner's Zeitschr. f. Erdkunde (Berlin 1866, Bd. 1. 4. Heft, S. 332): Ueber den Einfluss der Höhen auf die menschliche Gesundheit.

19) Compt. rend. 1. Juillet 1872. Ferner loc. eod. 17. Juillet 1871, 946, 1874.
Bert gibt den Rath, 45—75% O. und 55—25% N. den Luftschiffern mitzugeben.

20) Ein Opfer der verdünnten Luft und des verminderten Luftdruckes sind in der jüngsten Zeit die Luftschiffer Crocé-Spinelli und Sivel geworden. Eine ausreichende Benutzung von Sauerstoff würde wahrscheinlich diesem Unglücke vorgebeugt haben. Die Höhe von 7000—7400 Meter kann man als diejenige bezeichnen, bis zu der unsere Atmosphäre noch athembar ist. Die Höhe, welche der Ballon der genannten Luftschiffer erreichte, betrug nahezu 8600 Meter. Neben der Verdünnung mag auch vielleicht die Trockenheit der Luft mit eingewirkt haben.

21) Man vergl. Guérard in Annal. d'hyg. publ. 1860, S. 279.
Freund in der Wiener medic. Presse No. 11, 1866.
Panum in Pflüger's Arch. f. Phys. 1868, S. 125.
v. Vivenot: Zur Kenntniss der physiolog. Wirkung der comprimirten Luft. Erlangen 1868.
— — Ueber den Einfluss des verstärkten und verminderten Luftdruckes. Wien 1865.
G. v. Liebig: Ueber das Athmen unter erhöhtem Luftdrucke. Zeitschrift für Biologie, Bd. 1, 1869.
Jourdanet, D.: Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme. Climats d'altitude et climats de montagne. 2 vol. gr. in-8, avec cartes et pl. Paris, G. Masson 1875.

22) Arch. f. Ohrenheilk., I., 4. Heft, p. 269—283, 1864.

23) Annal. d'hyg. publ., Oct. 1866, p. 289.

24) Pol et Watelle in Annal. d'hyg. publ. 1854, S. 241.

25) Friedberg, Herm.: Ueber die Rücksichten der öffentlichen Gesundheitspflege auf das Arbeiten in comprimirter Luft. Separat-Abdruck aus den Verhandlungen des Vereins für Beförderung des Gewerbefleisses. Berlin 1872.

26) Foley: Du travail dans l'air comprimé, étude médicale, hygiénique et biologique. Paris 1863. Annal. d'hyg. publ., Janv. 1864, S. 214.

27) Die bezüglichen Beobachtungen auf preussischen Bergwerken finden sich in der Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Bd. 4 S. 255, 1857, Bd. 8 S. 43 u. 152, 1860, Bd. 17 S. 385, 1869.
In Compt. rend. T. XIII. p. 884 sind die ersten Versuche des Ingenieurs Triger, welche ein unter durchsickerndem Sande liegendes Kohlenlager bebaubar zu machen bezweckten, mitgetheilt worden.

28) Jede Stadt und jedes Land hat einen besondern Staub. Man vergl.:
Lichtenstein, Eduard: Zur Strassen-Hygiene in der Berliner klin. Wochenschr. No. 45, 46 u. s. w., 1874.
Archiv der Deutschen Medicinal-Gesetzgebung von Müller und Ziurek, 11. Bd., 1858.
Sonnenkalb: Der Strassenstaub in Leipzig 1861.
Chrastina: Der Strassenstaub in Wien als gesundheitsschädliche Potenz. Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Aerzte, VI., 45, 1861.
Süss, Eduard: Ueber den Staub Wiens in den Schriften des Vereins zur Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien. IV. Jahrg. 1863—64. Wien 1865.
Ein Hauptbestandtheil des Wiener Strassenstaubes besteht aus silberweissen Glimmerblättchen, die von dem zum Schutt (Beschotterung) der Strassen benutzten Sandstein herrühren.
Tissandier: Der Staub von Paris und Umgegend. Compt. rend., Tome 78, No. 12, Mars 1874.
Unger, Franz: Mikroskopische Untersuchungen des atmosphärischen Staubes von Graz. Sitzungsber. der K. K. Academie d. Wissensch. zu Wien im Nov. 1849. Wien 1849.
Tyndall: Ueber Nebel und Staub (Roy. Instit. 1870 vom 21. Jan. Naturforscher No. 13, 1870).
Wild: Ueber den Staubgehalt der Luft in Poggend. Annal. IV. V., 1868.
Dellmann (Vorträge über neuere Forschung. Kreutznach 1870) behandelt den atmosphärischen Staub, Rauch und Höhenrauch.
Ueber die Luft in Fabrikstädten und namentlich ihren Gehalt an Schwefelsäure, Salzsäure u. s. w. conf. Dr. A. Smith, l. c. No. 3.
Brit. med. Journ., Juni 1870. Quart. Journ. of Microscop., Jan. 1869.
Sidebothar (Industrie-Blätter No. 13, 1872) hat über die Abgänge von den Schienen und Räderspeichen bei Eisenbahnfahrten Beobachtungen gemacht. Da viele dieser Eisentheilchen magnetisch waren, so schlägt er für Reisende in Gegenden von bedeutender Eisenindustrie das Tragen magnetischer Eisenbahnbrillen und eines magnetischen Respirators vor!

29) Ehrenberg, C. G.: Monatsbericht der Academie der Wissensch., Jan. 1871, S. 3.
— Uebersicht der seit 1847 fortgesetzten Untersuchungen über das von der Atmosphäre unsichtbar getragene, reiche organische Leben. Berlin 1871.

30) Cohn, Ferdin.: Unsichtbare Feinde in der Luft. Ein Vortrag. Tagesblätter der 47. Vers. der Deutschen Naturf. u. Aerzte in Breslau vom 18. bis 24. Sept. 1874, p. 138, Breslau 1874.
Richter, E. H.: Ueber das Vorkommen krank machender Schmarotzer-Pilze in der Atmosphäre (Schmidt's Jahrb., Oct. 1871).

31) Caslin: Shut your mouth. 4. Ed., Lond. 1869. Deutsch von Flachs: Geschlossener Mund hält gesund. Leipzig 1870.
32) Oppenheimer, Z.: Ueber den Einfluss des Klimas auf den Menschen. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftl. Vorträge, Berlin 1867, S. 35.
33) Melloni. Macedoinal: La Thermochrate ou la coloration calorifique. Prem. part. Naples 1830.
34) Graf v. Rumford: Abhandlungen über die Wärme. Weimar 1805, S. 318. Kleinere Schriften, 2. Bd. 2. Abth., 1800, S. 290.
35) Krieger in der Zeitschr. f. Biologie. 5 Bd. 4. Heft 1869.
36) Coulier im Journ. de physiol. Tom. 1, 1859.
Levy: Traité d'hyg. priv. et publ. (11. T, 4. Edit. 1862, p. 202).
Falk, Friedrich: Ueber die hygienische Bedeutung des Wassergehaltes der Atmosphäre im Arch. f. path. Anat., 62. Bd., 1875.
37) Zeitschr. f. Biologie, 1. Bd. S. 180, 1865.
38) Hoppe, J.: Die leinene und baumwollene Bekleidung der Menschen. Magdeburg 1851.
39) Annal. d'hyg. et publ., XII. Bd., p. 54, 1834.
Stark hat namentlich auch bezüglich der Farbe der Zeuge experimentell festgestellt, dass schwarze Stoffe hygroskopischer als weisse sind und neben Wärme, und Licht ebenso leicht flüchtige und riechende Stoffe aufnehmen, so dass bei der Krankenpflege und bei Reisen in ungesunden Gegenden schwarze Kleidungsstücke zu vermeiden sind.
40) v. Pettenkofer: Beziehungen der Luft zur Kleidung in den cit. Vorlesungen.
Ueber militärische Bekleidung ist zu vergl.:
Parkes: A manual of practicale Hygiene. Third edit. London 1869.
Roth und Lex: Handbuch der Militair-Hygiene. Berlin 1871—75.
41) Einzelne Regierungen haben besondere Anweisungen zum Schutze der in gewerblichen Anlagen beschäftigten Arbeiter publicirt. Ausführlich ist eine solche Bekanntmachung Seitens der Regierung zu Düsseldorf im 45. Stück des Amtsblattes vom October 1874 mitgetheilt.
42) Möllinger, Carl: Handbuch der zweckmässigen Systeme der Abtritts-Senkgruben und Siebanlagen. Höxter 1867.
Eine ausführliche Beschreibung der Saug-Druckpumpen findet sich bei Salviati, Röder und Eichhorn: Die Abfuhr und Verwerthung der Dungstoffe u. s. w., Berlin 1865.
43) Laurin, Philipp: Entfernung und Verwerthung von Abortstoffen u. s. w. Prag 1869.
Pieper, Carl: Schwemmcanäle oder Abfuhr. Dresden 1869.
Knauff und Esser: Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., IV. Bd. 2. Heft, S. 316, 1872.
Ranke, H.: Bericht über die Anwendung des Liernur'schen Systems in Prag. München 1870.
44) Eigenbrodt: Die Städtereinigung. Darmstadt u. Leipzig 1868.
45) Darstellung des Müller-Schür'schen Systems zur Abfuhr menschlicher Excremente. Stettin 1865.
Müller, Alex.: Ueber landwirthschaftliche Verwerthung der Faeces. Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 88, p. 226, 1862.
46) Bockendahl, J.: Das Erd-, Gruben-, Eimer- und modificirte Wasser-Closet in England. Nach dem Public Health Report für 1869. Kiel 1871.
Moule: On the system of earth sewage. Journal of the societ. of arts. May 15, 1863.
Schwarz und Limer: Ueber das Fass-Abortsystem der Stadt Graz. Dingler's polyt. Journ., p. 487, 1867.
Schauenstein, Adolf: Die Abfuhr der Auswurfstoffe und die Gesundheitsverhältnisse in Graz. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., Bd. VIII., Heft 2, 1876.
47) Die neuern Bemühungen, aus den in desinficirtem Zustande abgefahrenen Excrementen Brennmaterial darzustellen, rühren vom Oberlehrer Dr. Petri in Berlin her (s. Allgem. polyt. Zeitschr. 1874, p. 1868., — Deutsche Industriezeitung 1874, p. 284, — Dingler's polyt. Journ., 213. Bd., p. 258). Die hierzu erforderliche Einrichtung der Aborte besteht im Trommelsystem. Die Trommel besteht aus emaillirtem Topfeisen, ist 47 Ctm. hoch, 40 Ctm. im Lichten weit und umfasst auf jeder Seite 5 Aborte. Die in die Aborte entleerten Excremente werden durch eine gezahnte Welle von Schmiedeeisen mittels einer Kurbel in Bewegung gesetzt, nachdem vorher die Petri'sche Desinfectionsmasse in die Trommel geschüttet ist, welche bis zur Anfüllung der Trommel ausreicht.
Unterhalb jeder Trommel befindet sich eine hebelartige Vorrichtung, welche einen

Schieber seitlich schiebt, damit die geruchlosen, moorartigen Fäcalmassen in ein darunter in einer Grube aufgestelltes Petroleumfass fallen, dessen Deckel nach der Füllung mit einem Schraubenverschluss versehen wird.

Die geruchlose Fäcalmasse wird schliesslich in eine doppelte Schnecke gebracht, welche mittels eines durch 2 Pferdekräfte in Thätigkeit gesetztes Göpelwerk dieselbe zu Fäcalsteinen formt und dabei immer zwei gleichzeitig herausbefördert. In einer Stunde liefert die Maschine 750 Fäcalsteine.

Die von der hiesigen Militair-Verwaltung angestellte Prüfung hat ergeben, dass die Fäcalsteine höhern Brennwerth als Torf haben und die dabei gewonnene Asche 7% Kali, 8% Phosphorsäure und 10—12% Kalk enthält; sie ist daher als ein gutes Dungmittel zu benutzen. cf. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, S. 495 u. 747, 1875.

48) On the sewering of towns and draining of houses. Journ. of the society of arts. March 21, 1862.

49) Bürkli-Ziegler: Die Wasserversorgung der Stadt Zürich. Winterthur 1872. Bürkli, A.: Anlage und Organisation städtischer Wasserversorgung. Zürich 1867.

50) — Ueber Anlage städtischer Abzugscanäle und Behandlung der Abfallstoffe in Städten. Zürich 1866.

Was die Construction der Schwemmcanäle betrifft, so hat man in Berlin nur für die Hauptcanäle grosse gemauerte Gewölbe errichtet. Die seitlichen Zuflüsse werden durch kräftige Thonröhren vermittelt.

51) Bekannt ist es, dass die Fische den frischen Fäcalien mit Begierde nachgehen; nur die faulen Stoffe sind für sie gefährlich. Ausserdem sind es aber die Abfälle der chemischen Fabriken, welche unter Umständen höchst verderblich auf die Fische einwirken.

Frankland im Amtl. Berichte der Wiener Ausstellung, S. 71.

52) First, second and third Report of Commissioners to inquire in to the best Means of preventing the Pollution of Rivers. London.
Reinigung und Entwässerung Berlins. Von 1870—1874. Berlin bei Hirschwald.
Virchow: Reinigung und Entwässerung Berlins. Generalbericht. Berlin 1873.

53) Gerardin: Alteration, corruption et assainissement des rivières. Annal. d'hyg. publ., T. XLIII., p. 5 u. 261, 1875.

54) Die Ergebnisse der Clark'schen, Lenk'schen und Sillar'schen Verfahren finden sich in Reinigung und Entwässerung Berlins.

55) Zu den Schattenseiten der Berieselung gehört noch der Umstand, dass ein hinreichend grosses Gebiet von Aeckern und Feldern zu Gebote stehen muss, um eben den nothwendigen Wechsel in der Berieselung eintreten lassen zu können.

In England rechnet man durchschnittlich auf 63 Einwohner 1 Morgen Rieselland, während man in Berlin mit 1 Morgen für 200 Einwohner auszukommen glaubt.

Wichtig bleibt es, auch für die vorschriftsmässige Ableitung des Rieselwassers Sorge zu tragen. In einem concreten Falle wurde dasselbe in Festungsgräben abgeleitet, in denen es durch weitere Zersetzung wegen mangelnden Abflusses der Fäulniss unterlag und sanitätspolizeiliche Bedenken hervorrief. Der von der Regierung verklagte Magistrat führte aus, dass in den qu. Festungsgraben schon seit längerer Zeit wildes Tageswasser geflossen sei. Die Gerichtsbehörde bestritt aber, dass dem Magistrat hieraus das Recht erwachse, die Rieselwässer in den Festungsgraben einzuführen. Nach dem Ausspruch der Gerichtsbehörde hat der Kläger nur von der im § 102 Tit. 8. Th. I. des Allgem. Landrechts bisher keinen Gebrauch gemacht, vielmehr den Uebertritt des Wassers von den Nachbargrundstücken nur geschehen lassen; es könne hieraus allein der verklagte Magistrat den Besitz eines Rechtes für sich überhaupt nicht herleiten. Bestehe aber ein solches Recht — wie aus der Existenz von zwei Feldgräben als Vorfluthgräben anzunehmen sei —, so könne sich dasselbe nach den gesetzlichen Bestimmungen (§ 102 u. s. w. l. c., Vorfluth-Edict vom 15. November 1811, Gesetz vom 28. Februar 1843 und 11. Mai 1853) immer nur erstrecken entweder auf das Regen- und Schneewasser, welches vom Himmel auf das verklagte Grundstück falle oder auf das in dem letztern stehende Wasser (Teiche und stehende Seen), welches, weil es immer vorhanden, von unterirdischen Zuflüssen herrühren müsse (conf. Entscheidungen des Ober-Tribunals, Bd. 36, S. 40). Nicht aber sei ohne vorgängige Constituirung die Existenz eines dinglichen Rechts, speciell einer Servitut — wie das Recht vom verklagten Magistrate genannt wird — denkbar, Inhalts deren der verklagte Magistrat befugt sei, sich von fremden, künstlich seinem Grundstücke zugeführten Flüssigkeiten zu entledigen. Mögen diese Flüssigkeiten ihre Beschaffenheit durch Bodeninfiltration verändern, wie sie wollen, immer bleiben sie wegen Mangels des natürlichen Zusammenhanges mit dem Grundstücke ausserhalb der Grenzen der

in den vorcitirten gesetzlichen Vorschriften behandelten Fällen, namentlich ausserhalb der Existenz einer nothwendigen oder Legal-Servitut.

Der Magistrat suchte zu beweisen, dass der Sandboden des Dünenterrains fast überall mit einem rothbraunen Stoffe, dem sogen. Fuchssande, imprägnirt sei, welcher eine der Braunkohle ähnlich zusammengesetzte, stark eisenhaltige Humussubstanz sei. Durch diese rothbraunflockige Substanz werde das qu. Rieselwasser getrübt, enthalte aber keine Residua des Sielwassers.

Gegnerischerseits wurde die Qualität des filtrirten Rieselwassers bestritten und das Vorhandensein des sogen. Fuchssandes für bedeutungslos erklärt, indem derselbe das Wasser nur mit etwas Eisenoxyd würde färben können, dasselbe aber sonst frei von organischen Stoffen sein müsse, was nicht der Fall sei.

Das Gericht entschied zu Gunsten des Klägers.

Ganz besonders wichtig ist auch ein passender und das Wasser aufsaugender Boden, damit so wenig als möglich Wasser zum Abfluss gelangt; ein mit Lehm oder Mergel gemischter Sandboden eignet sich am besten dazu.

Sehr praktische Fingerzeige liefert in dieser Beziehung:
Fegebeutel: Die Canalwasser-(Sewage-) Bewässerung in Deutschland. Danzig 1874.
— Die Canalwasser- (Sewage-) Bewässerung. Danzig 1870. Man vergl. ferner Varrentrapp: Die Entwässerung der Städte. Berlin.

Eine gute Uebersicht der bezüglichen Bestrebungen enthält:
v. Sommaruga: Die Städte-Reinigungs-Systeme in ihrer land- und volkswirthschaftlichen Bedeutung. Halle 1874.

56) In Lübeck ist z. B. die Canalisation und Abfuhr mit einander verbunden. Für letztere dienen transportable Gefässe, während die Canäle aus gradeliegenden Strecken von 50—60 Meter Länge zusammengesetzt sind und vielfältig aus glasirten Thonröhren bestehen. Bei etwaigen Verstopfungen eines Hauptsieles reinigt man mittels einer durchziehenden Kette, weshalb Canäle in grader Linie erforderlich sind. Die Verbindung der einzelnen Strecken erfolgt durch sog. Einsteigeschachte, die sich auch bei jeder Einmündung durch eine Nebenstrasse und bei jeder Veränderung des Gefälles befinden. Sie sind 86 Centimeter (3 Kubikfuss) weite, aus Formsteinen in Cement gemauerte Brunnen, deren Sohle mit Keilsteinen halbkreisförmig nach demselben Halbmesser wie die einmündenden Thonröhren gewölbt ist. Diese Einsteigeschachte werden unter dem Pflaster mit einer glockenförmigen, gusseisernen Kappe geschlossen, in welcher sich oben eine im Niveau des Pflasters liegende, 40 Centimeter weite, viereckige Einsteigeklappe befindet; ihre Oberfläche ist mit Asphalt ausgegossen. Die Abfallröhren der Dachrinnen und die Strassenrinnen münden unmittelbar in die Sielen. Da kein Schmutzwasser auf die Strasse gegossen werden darf, so müssen alle Häuser durch Privatsiele einen Anschluss haben. Die Hauptröhren sind 15—18 engl. Zoll weit, die Zweigröhren 5 Zoll. Die Mündung des Siels in das Flussbett wird durch verzimmerte, etwa 3 Meter lange viereckige Kasten von eichenen Bohlen vermittelt, welche durch die Quaimauern hindurchgehen und beständig im Wasser liegen.

57) Lefeldt: Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- u. Canalisationsfrage. Berlin 1872.

58) Egen, P. N. C.: Der Haarrauch. Ursprung, Erscheinung u.s.w. desselb. Essen 1835. Prestel in der Oesterr. Zeitschr. f. Meteorologie. Bd. III, No. 13, S. 323, 1868.

59) Eulenberg: Die Lehre von den schädlichen u. s. w. Gasen. S. 191.

60) Preyer (Die Blutkrystalle, Jena 1871, S. 83) hat hierüber ebenfalls Versuche angestellt.

61) Potain in Gaz. de hôp. No. 18, 1862.
Christen sah den Tod eintreten, nachdem 50—60 Grm. Salmiakgeist aus Versehen verschluckt worden. Auch hier zeigten sich nach 1½ Stunden profuser Schweiss, mühsame Athmung und geschwollene Zunge. Die mit Schleim angefüllten Bronchien liessen einen suffocatorischen Katarrh befürchten, welcher beim Ausflusse einer grossen Menge weissen Schaums aus dem Munde und unter stetiger Zunahme der asphyktischen Erscheinungen nach 3¼ Stunden letal wurde (Journ. de Chim. medic. 5. ser. Juillet 1869, S. 309).

61) Harless in Henle's und Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Medic., Bd. 12, Heft 1 u. 2, S. 68, 1861.
Abeking, Jenaische Zeitung, S. 213, 1859.

63) Das Ammoniumcarbonat ist vorzugsweise in Beziehung zur Uraemie geprüft worden. S. Rosenstein (Virchow's Archiv, 56. Bd., 3. Heft) sah nach subcutaner Einspritzung von Ammoniumcarbonat bei Fröschen, Kaninchen und Hunden epileptiforme Krämpfe eintreten, welche er für Krämpfe cerebraler Natur hält, da sie nicht auftreten, wenn Gehirn und Rückenmark getrennt ist. Die Krämpfe seien nicht reflectorisch, da sie glatte Muskelfasern verschonten. Die Elimination des

Giftes erfolge in geringer Menge durch die Lungenschleimhaut, mehr durch die Haut und die Nieren; die chemische Umsetzung des Ammoniaks in Nitrate finde innerhalb der Blutmasse statt.

64) Nach einer Beobachtung von Castan leitete ein Techniker eine Carré'sche Eismaschine und blieb dabei dem Gasstrome 5 – 10 Minuten lang ausgesetzt. Sofort zeigten sich Angst- und Constrictionsgefühl im Epigastrium, Brennen in der Kehle, Schwindel, Hustenanfälle und Erbrechen. Bei kleinem, frequentem Pulse, jedoch normaler Temperatur erschien das Gesicht blass, collabirt und der Körper mit Schweiss bedeckt; zugleich starker Speichelfluss bei stark gerötheter Mund- und Rachenschleimhaut. Auscultation und Percussion der Brust ergab nichts Abnormes. Nach einhüllenden und krampfstillenden Mitteln hielt die Besserung bis zum 4. Tage an, an welchem Erstickungssymptome ein Emeticum erforderten. Am 8. Tage kehrte der Erstickungsanfall in geringerm Grade zurück; Patient genass dann vollständig. Schmidt's Jahrb. 1872, I., S. 30.

65) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 527.

Der Desinfectionsofen ist ein kleiner Schachtofen, welcher auf einem Gewölbe steht und nach oben schlotähnlich ausläuft. Unter den Rost der Feuerung führt ein mit einem Schieber versehenes Rohr die Gase oder Dämpfe ein. In der Mitte des Gewölbes, 1 Meter unterhalb der Eintrittsstelle dieses Rohrs, beginnt ein Cylinder von 2 Meter Höhe, welcher nach unten durch den Aschenfall vollständig geschlossen werden muss, damit der Zug der Gase in die Feuerung nicht gestört wird; seitlich hat der Cylinder noch eine Schiebethür, um etwa festsitzende Asche loszustossen.

66) Seidel, M.: Ammoniak und Ammoniaksalze im Amtl. Bericht über die Wiener Ausstellung, S. 192, 16. Heft.

67) Die Carré'sche Eismaschine, welche in der letztern Zeit grosse Verbreitung gefunden hat, findet sich genau beschrieben in Dingler's polytechn. Journ., 168. Bd., S. 171.

Man vergl. auch:

Tellier: L'ammoniaque dans l'industrie. Paris, J. Rothschild, 1867.

68) A. W. Hofmann, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin, 18. Bd., S. 318, 1873.

69) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 304. Bei den wiederbelebten Cloakenfegern zeigt sich meist ein gedunsenes, bläulich-rothes Gesicht mit cyanotischer Färbung der Lippen, Ohren und Nägel; die Respiration ist schnarchend, frequent, mit Rhonch. sibil. und sonor. verbunden. Das Sensorium bleibt noch einige Tage lang eingenommen, Fragen werden daher nur langsam und zögernd beantwortet. Zu gesteigerter Pulsfrequenz kann sich leicht eine geringe Erhöhung der Temperatur gesellen.

70) Hemmer, M.: Experiment. Studien über die Wirkung faulender Stoffe auf den thier. Organismus. München 1866.

Schweninger, F.: Ueber die Wirkung faulender Stoffe auf den thier. Organism. Bayer. Intelligenzbl. No. 42—47, 1866.

Hunt, William: Ein Beitrag zur Lehre von der Blutvergiftung. Loc. eod. No. 29, 1868.

Finkelnburg, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., 20. Bd., S. 301, 1874.

Blumenstock, loc. eod. 18. Bd. S. 295, 1873.

Siegfried, loc. eod. 21. Bd. S. 338, 1874.

Erismann (Zeitschr. f. Biol., XI. Bd. 11. Heft 1875, S. 207—254) fand, dass eine mittelgrosse Abtrittsgrube, die 18 Kubikmeter Excremente enthält, auch bei äusserst geringer Luftbewegung an der Oberfläche binnen 24 Stunden 18792,7 Liter oder in runder Zahl 18,79 Kubikmeter = 20,681 Kilogramm unathembare oder direct schädliche Gase an die Atmosphäre abgibt. Letztere bestanden aus

Kohlensäure	11,144	Kilogr.
Ammoniak	2,040	„
Schwefelwasserstoff	0,033	„
Kohlenwasserstoffe, Fettsäure . .	7,464	„

135 Grm. Excremente nehmen täglich 13,85 Kilogr. Sauerstoff aus der Luft auf.

71) Mech. Magaz. 307, Nov. 1866. Dingler's polytechn. Journ., 183 Bd., S. 397.

72) Davy: Chemische und physiolog. Untersuchungen über das oxydirte Stickgas und das Athmen in demselben. Aus dem Engl. übersetzt. 2 Theile. Lemgo 1812—1814.

Seiner Begeisterung über die durch das Gas erzeugten gehobenen Gefühle gab Davy in folgenden Worten Ausdruck: „Nichts existirt als der Gedanke! Aus Empfindung, Vorstellung, Vergnügen und Schmerz besteht das Weltall!"

73) Noch heute steht das Colton'sche zahnärztliche Institut in New-York sehr im Rufe. v. Haurowitz (Das Militair-Sanitätswesen der Vereinigten Staaten während des letzten Krieges u. s. w., Stuttgart 1866) fand daselbst in einem Buche, in welches die Patienten ihre Bemerkungen eintragen, folgende Stellen: „Das Lachgas ist kein humbug, aber der Zahnschmerz ist es dadurch geworden." — „Ich habe nie eine

angenehmere Empfindung gehabt, als während Herr Colton mir vier Zähne ausriss."

74) Hermann, Ludimar, in Reichert's Archiv für Physiol. u. Anat., p. 520, 1864. — Lehrbuch der experimentellen Toxicologie, p. 245. Berlin 1874.

75) Grohnwald, Carl: Das Stickstoffoxydul als Anaestheticum. Berlin 1872.
Ueber einen Todesfall während der Narcose berichtet Brit. Journ. of dent. scienc. Febr. 1873.
Auch v. Nussbaum beobachtete einen Todesfall bei einem Trinker. Bei der Section fanden sich die Blutkörperchen zerstört und in eine schmierige Lackfarbe aufgelöst (Bericht des II Congresses der Deutschen Gesellsch. f. Chirurg., 1873).
Stickstoffoxydul erzeugt sehr leicht Cyanose, die stets Gefahr verkündet; verschwindet sie nicht bald, wird der Anästhesirte sogar tief dunkel cyanotisch, so stockt die Respiration bald und der Tod ist die unausbleibliche Folge. Herzkranke dürfen Stickoxydul niemals als Anaestheticum benutzen.

76) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S 247.

77) Brereton will bei einem in Folge von Pneumonie entstandenen Lungenabscess die Dämpfe von Salpetersäure mit Erfolg angewendet haben. (Schmidt's Jahrbücher, S. 10, 1835.)

78) Preyer: Die Blutkrystalle. Jena 1871.

79) In den statistischen Nachweisungen figuriren die Kupferstecher und Lithographen häufig als Brustkranke.

80) Die Verbindung NOCl heisst Nitrosylchlorid. Sie soll sich nach Thilden (Chem. News, 1874, 29, No. 752: Wagner's Jahresber. für chem. Technol., S. 362, Jahrg. 1874) nach folgender Gleichung bilden:

$$HNO_3 + 3HCl = NOCl + Cl_2 + 2H_2O.$$

Phosphor (S. 255—282).

1) v. Bibra und Geist: Die Krankheiten der Arbeiter in Phosphorzündholzfabriken. Erlangen 1847.
Albrecht, E.: Die Krankheiten an der Wurzelhaut der Zähne. Berlin 1860.
Thiersch: Die Phosphornekrose der Kieferknochen. (Arch. d. Heilk., 9. Jahrg., 1. Heft, S. 71. Leipzig 1868.)

2) Gaz. hebdom. de Med. 29, p. 461, 1868. l'Union médic. No. 86, p. 97, 1868.

3) L'Union médic. No. 74 u. 75, 1868. Jahresber. v. Virchow-Hirsch, I., 814, 1868.

4) Wegner: Der Einfluss des Phosphors auf den Organismus. Virchow's Arch. für path. Anatomie, 55. Bd., 1. u. 2. Heft, 1872.

5) Am meisten sind in letzterer Zeit noch aus Wien Fälle von Kiefernekrose mitgetheilt worden. Man vergl die Berichte über die K. K. Krankenanstalt Rudolph-Stiftung für die Jahre 1872 und 1873. Wien 1873 u. 1874

6) Fleck, Hugo: Die Fabrication chemischer Producte und thierischer Abfälle. Braunschw. 1862. 2. Bandes 2. Gruppe von Bolley's Handb. d. chem. Technologie.

7) Caussé hat im Bullet de l'Acad. XIX., Sept. 1854, Versuche über die Unschädlichkeit des amorphen Phosphors mitgetheilt.

8) Nach Coignet in Lyon wird der weisse Phosphor direct, ohne Anwendung der beiden Bäder, in einem gusseisernen Kessel erhitzt und zwar mittels Koksfeuerung. Die Temperatur wird durch 4 Thermometer, die im Deckel des Kessels stecken, beobachtet; in der Mitte des Kessels dient ein Rohr zur Ableitung der Gase (s. Payen's Lehrb. d. Technol., deutsche Ausg., S. 399).

9) Bellini: Della fabbrica di fiammiferi di Rimini. Firenze 1867. Virchow-Hirsch's Jahresber. 1867, I., 430.

10) Jettel, Wlad.: Die Zündwaaren-Fabrication in ihrer gegenwärtigen Ausbildung. Braunschweig 1871.
Freitag, Josef: Die Zündwaaren-Fabrication. Wien, Pest, Leipzig 1876.

11) Nach Freycinet (Traité d'assainissement industriel. Paris 1870) werden in einer Fabrik in der Nähe von Antwerpen die getrennten Räume für die Schwefelschmelzung, die Anfertigung der Zündmasse, das Tunken, für das Trocknen, die Anfüllung der Büchsen und für das Expeditionszimmer mittels eines grossen centralen Schornsteins von 2 Meter Durchmesser und 36 Meter Höhe ventilirt. Derselbe dient der Dampfkesselfeuerung und kann nöthigenfalls auch noch mit einer besondern Feuerung versehen werden.
Den zwei aneinanderstossenden Seiten jedes Raumes entlang läuft aussen herum ein unterirdischer gemauerter Canal von 0,60 im Quadrat, der in den Schornstein mündet. Im Innern dieser Räume stehen Oeffnungen in der Mauer mit diesem Zuge in Verbindung. In dem Raume für die Anfertigung der Zündmasse befindet sich ausserdem noch ein breiter und niedriger Rauchfang, dessen Saug-

wirkung durch den kleinen Schmelzherd verstärkt wird. Das Tunken geschieht sehr rasch und die Rahmen werden sofort auf die Trockenbänke gebracht. Im Trockenraum sind zwei Seiten entlang 18 Bänke aufgestellt, die je 3 Meter Tiefe, 2,5 Meter Höhe und 1,80 Meter Breite haben. Sie communiciren mittels 3facher Oeffnungen am Boden mit dem Ventilationszug und stehen mit der äussern Luft mittels eines über das Dach hinausreichenden Schlotes in Verbindung. Erwärmt werden sie mit Dampfröhren, die unter dem Fussboden aufgestellt sind; ausserhalb dieses Raumes gelegene Klappen regeln nach Bedürfniss die Wärme. Vor jeder Reihe der Trockenbänke befindet sich eine kleine Eisenbahn, welche vom Schmelzraume kommt und zum Expeditionszimmer geht. Sobald die Rahmen auf die Trockenbänke aufgestellt sind, werden die eisernen Thüren des Trockenraums geschlossen.

Unter den Tischen, auf denen die Holzbüchsen gefüllt werden, sind ebenfalls die Aspirations-Mündungen angebracht.

Diese Ventilations-Methode ist einfach, sehr wirksam und nicht kostspielig in der Anlage.

Bei Verbrennungen mit Phosphor soll das sofortige Waschen mit Eau de Javelle, in welcher Magnesia suspendirt ist, in 5 Minuten den Schmerz beseitigen.

12) In einem solchen Buche sind Vor- und Zuname, Alter, Wohnort sowie der Tag des Ein- und Austritts jedes Arbeiters enthalten. Der Arzt, welchem die Ueberwachung des Gesundheitszustandes übertragen ist, hat die Ausführung der Vorsichtsmassregeln zu controliren und sowohl die Arbeiter als auch die Besitzer auf vorgefundene Mängel aufmerksam zu machen. Noch zweckmässiger würde es sein, keinen Arbeiter zuzulassen, ehe er von einem Arzte auf seinen Gesundheitszustand untersucht worden ist. Ausserdem ist dem Kreis- oder Bezirks-Physikus der Eintritt in die Fabrik jeder Zeit zu gestatten, damit dieser sich von der nachhaltigen Befolgung der vorgeschriebenen Anordnungen überzeuge. Man vergl. Eulenberg: Das Medicinalwesen in Preussen, S. 118.

13) Köhler, Hermann: Ueber Werth und Bedeutung des sauerstoffhaltigen Terpentinöls für die Therapie der acuten Phosphor-Vergiftung. Halle 1872.

Nur sauerstoffhaltiges, nicht chemisch reines und frisches Terpentinöl ist anzuwenden. Bei der eigentlichen Phosphorvergiftung wirkt es zweifach: einmal, indem es den Phosphor in phosphorige Säure überführt, und zum andernmal, indem es mit dieser die unschädliche terpentinphosphorige Säure bildet.

Terpentinöl wird auch zum Besprengen der Fussböden in den Arbeitsräumen benutzt oder in offenen Schalen hingestellt.

14) Eulenberg und Vohl: Die Kohle als Desinfectionsmittel und Antidot. Vierteljahrsschr. für gerichtl. Medicin, XIII. Bd., 1870. Dingler's polyt Journ., Bd. 198, S. 435, 1870.

Im Allgemeinen ist aber zu bemerken, dass man nicht einen allzugrossen Werth auf Antidote lege und nicht im Vertrauen auf diese zur Vernachlässigung der hygienischen Massregeln verleitet werde.

Beim Phosphordampf ist ausserdem noch zu berücksichtigen, dass er sich auch in den Kleidern festsetzen und von hier aus noch nachträglich einwirken kann. Die Hauptsache bleibt daher stets die möglichst schnelle Beseitigung resp. Vernichtung des auftretenden Dampfes.

Thiernesse und Casse (Annal. de la Societ. de Med. de Gand, 5 Livraison du Vol. 42, 1875; Allg. medic. Central-Zeitung No. 55, 1875) empfehlen bei Phosphorvergiftung Einspritzung von Sauerstoff in die Venen. Bei einem Thiere von 5–8 Kilogramm wurden 150—200 Cm. Sauerstoff und bei grössern Thieren bis zu 500 und 800 Cm. für nothwendig erachtet, um die Phosphorwirkung zu paralysiren.

15) Man kann annehmen, dass der Phosphor durchschnittlich $^1/_{50}$% Arsen enthält.

Es ist hier noch der von Porte (Necrose phosphorée, These, Paris 1869) ausgesprochenen, aber nicht begründeten Ansicht zu erwähnen, dass nämlich nach Beschäftigung mit arsenhaltigen Gegenständen, z. B. mit bunten Papieren u. s. w., Nekrosen entstehen können.

16) Die bisherigen Versuche, Zündhölzer mit dem amorphen Phosphor in der Brandmasse herzustellen, haben durch die Firma H. Hochstätter in Langen bei Frankfurt a. M. einen Abschluss gefunden. Dieselben lassen nach v. Schrötter, dem Berichterstatter über die Wiener Ausstellung, nichts mehr zu wünschen übrig, da sie sich an beliebigen Reibflächen, sogar an einer solchen von Tuch entzünden, ganz ruhig, geräuschlos, ohne Spritzer, fast ohne Rauch und Geruch abbrennen und selten versagen.

Die Zündmasse besteht aus giftfreien Stoffen und erfordert einen weit höhern Wärmegrad zur Entzündung als die der gewöhnlichen Phosphormasse; die Hölzchen sind in Stearin oder Paraffin getränkt und ihre Köpfchen widerstehen

vollständig der Feuchtigkeit: auch stellt sich der Preis der neuen giftfreien Masse billiger als der der bisherigen Phosphor-Minium-Masse. Auf diese Weise wäre alle öffentliche Gefahr, die sich bisher an die Phosphorzündhölzer knüpfte, vollständig beseitigt und ein ausserordentlicher Fortschritt in der Hygiene angebahnt.

Dabei genügen 15 Grm. Zündmasse mit einem Gehalte von 7 % Phosphor für 1000 Hölzchen, während früher wenigstens 31 Grm. einer Masse von nahezu gleichem Phosphorgehalte erforderlich waren.

17) Eulenberg's Medicinalwesen, S. 121.

Eine Fabrik, in welcher mit gewöhnlichem Phosphor gearbeitet wird, bedarf keiner wesentlichen Veränderungen, um auch die Fabrication mit amorphem Phosphor vorzunehmen.

18) Nach C. Liebig soll folgende Mischung eine gute phosphorfreie Zündmasse liefern: Schwefelantimon 8 Th., Kaliumchlorat 16 Th., Mennige 10 Th., Kaliumbichromat 1 Th., Nitromannit 8 Th., Glas 4 Th., Arab. Gummi 5 Th. Ihre Bereitung wird stets mit Gefahr verbunden sein.

Vielfach hat sich Wiedenhold mit der Darstellung phosphorfreier Zündhölzer beschäftigt (s. Wagner's Jahresber., S. 622, 1861).

19) Ueber die Darstellung des flüssigen Phosphorwasserstoffs cfr. A. W. Hofmann im Bericht der Deutsch. chem. Gesellsch. 1874, p. 531. Dingler's polytechn. Journ., 210. Bd., p. 156.

20) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., p. 428.

21) Brenner stellte in der Sitzung des Allgemeinen Vereins St. Petersburger Aerzte vom 8 Dec. 1864 (St. Petersburger Medic. Zeitschr. 1865, 4. Heft) einen Patienten vor, der an Ataxia muscularis litt. Derselbe war ein 28jähriger Pharmaceut, der sich bisher stets wohl befunden hatte. Vor $4\frac{1}{2}$ Jahren begab er sich nach Tiflis und war dort $2\frac{1}{2}$ Jahre lang ausschliesslich mit der Bereitung der unterphosphorigsauren Salze beschäftigt und zwar in einem schlecht ventilirten Locale. Nach 3monatlicher Beschäftigung zeigten sich im Sehfelde flimmernde Puncte, die sich rasch vergrösserten und in 4 Wochen das Fixiren der Gegenstände, namentlich Lesen unmöglich machten. Zugleich entwickelte sich eine Diarrhoe und beide Erscheinungen dauerten 9 Monate, worauf sie nach ärztlicher Behandlung nachliessen. Eine Schwäche und Unsicherheit in den Armmuskeln, die sich ebenfalls im ersten Jahre ausbildete und namentlich beim Schreiben lästig wurde, schwand jedoch nicht, sondern steigerte sich noch im zweiten Jahre und es gesellte sich auch eine Unsicherheit der Unterextremitäten hinzu mit intercurrenten schiessenden Schmerzen in denselben und im Unterleibe, so dass der Gang ein sehr schwankender wurde. Auffallend war auch ein frühzeitiges Zerbröckeln der Zähne, sowohl der gesunden als auch der cariösen. Kopfschmerz, Schwindel, Anästhesie, Empfindlichkeit der Rückenwirbel, Störungen der Geisteskräfte u. s. w. fehlten. Nach den Extremitäten zeigte sich die Ataxie zunächst in den Muskeln, welche der Articulation der Sprache vorstehen: ein weit grösserer Willensimpuls war nothwendig, um ein gewünschtes Wort zu stammeln; auch die Schluckbewegungen wurden etwas schwieriger.

In ätiologischer Beziehung war keine andere Veranlassung als die langdauernde Einwirkung von Phosphorwasserstoff zu finden, wobei Arsendämpfe ausgeschlossen waren. Der Kranke machte ganz den Eindruck eines Ataktischen: er stand mit gespreizten Beinen; coordinirte Bewegungen, Gehen waren bei geschlossenen Augen unmöglich, Patient gerieth sogleich in Schwanken und stürzte hin. Dies war auch der Fall, wenn dem Patienten starke Convexgläser vor die Augen gehalten wurden; dabei war im motorischen Apparate die elektrische Erregungsfähigkeit sehr erhöht, die Contractionen waren schleudernd, durch antagonistische Muskelwirkungen weder moderirt, noch durch synergische unterstützt. Muskelatrophie fehlte; der N. opticus war sehr reizbar, nicht allein durch Reizung des Trigeminus von der Backe aus, sondern auch vom untern Winkel der Scapula und vom Oberarm aus liessen sich durch Reflex optische Erscheinungen hervorrufen.

Der constante Strom, auf den sehr erregbaren N. hypoglossus am grossen Zungenbein applicirt, rief eine vollkommene Schluckbewegung hervor. Die elektrische Behandlung wirkte wohlthätig auf das Sprechen und die Oberextremitäten ein, aber gar nicht auf die Unterextremitäten, da das Schwanken bei geschlossenen Augen blieb. (Man vergl. hiermit das durch phosphorige Säure entstandene, von Huss mitgetheilte Krankheitsbild.)

22) Die von Huss (Chronische Alkoholkrankheiten oder Alcoholismus chronicus. Aus dem Schwedischen von van dem Busch, 1852, p. 248—251) beobachteten Folgen der inhalirten Phosphordämpfe, welche bei der Entzündung einer grossen Menge Phosphor entstanden und somit wesentlich phosphorige Säure enthielten,

stimmen in vielen Puncten mit dem Brenner'schen Falle überein, in welchem die Einwirkung des Phosphorwasserstoffs ein deutliches Spinalleiden erzeugte.

Der Huss'sche Fall betrifft einen 36jährigen Mann, welcher bei dem Versuche, den in Brand gerathenen Phosphor zu löschen, so viel Phosphordämpfe einathmete, dass er unter dem Gefühl der Erstickung ohnmächtig wurde. Dann folgte ein Gefühl von Schwäche im Rücken und in den Extremitäten, Zittern bei jeder Anstrengung und gleichzeitig ein Gefühl von Kriechen und Jucken unter der Haut. Auf die anfängliche Geilheit folgte nach 6 Monaten Impotenz; dabei war der Gang schwankend und unsicher, die Kniee knickten ein und Zittern der Hände und Arme zeigten sich beim Versuche, sie anzustrengen, während bei ruhiger Lage Zuckungen in allen Muskeln entstanden. Anästhesie oder Empfindlichkeit des Rückgrats fehlte, aber der Kranke war so schwach, dass er sich weder aufrichten, noch aufgerichtet sitzen bleiben konnte. Brust- und Unterleibsorgane, sowie die Sinnesorgane functionirten normal, nur die Sprache blieb bei ungestörten Geisteskräften stammelnd. Pat. lebte bei zunehmender Lähmung noch 3—4 Jahre.

Was die Einwirkung des Phosphors auf den Geschlechtstrieb betrifft, so beobachtete auch Bellini in der grossen Phosphorreibhölzerfabrik zu Rimini, in der 300—400 Arbeiter (darunter $^6/_8$ - $^7/_8$ Frauen) beschäftigt sind, bei denjenigen, welche mit der Anfertigung der Zündmasse und mit dem Eintauchen beschäftigt waren, starke Aufregung des Geschlechtstriebes, aber mit incompleten Erectionen; bei Frauen war keine Einwirkung auf den Geschlechtstrieb wahrnehmbar. Sonst konnten die im Sommer häufig vorkommenden Verdauungsstörungen (Koliken, Durchfall) nicht auf die Beschäftigung geschoben werden, da sie auch bei der übrigen Bevölkerung vorkamen; im Winter waren Männer und Frauen zu Bronchialkatarrh und Rheuma geneigt.

Dass auch der Phosphordampf Reizungen der Brustorgane zu erzeugen vermag, ist sicher. Ein Fall von Lungenentzündung wird in der Med. Gaz., Vol. 39, p. 210, mitgetheilt. Dupasquier wollte sogar den Phosphordämpfen nur eine reizende Einwirkung auf die Bronchialschleimhaut zuschreiben, welche er aber mit Unrecht auf den zufälligen Gehalt des Phosphors an Arsenik bezieht (Journ. de Pharm., Oct. 1846, 284; Annal. d'hyg. publ., Oct. 1846; Gaz. med., Dec. 5. 1846, 946).

Es ist mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sich die Wirkung auf die Brustorgane um so mehr äussert, je mehr der Phosphordampf phosphorige Säure enthält (m. vergl. phosphorige Säure, S. 278). Ueberhaupt ist die Aehnlichkeit zwischen der Vergiftung durch Phosphor, phosphorige Säure und Phosphorwasserstoff in den Hauptzügen niemals zu verkennen.

Es ist hier noch die Thatsache hervorzuheben, dass sich in dem Kleingewerbe die Nachtheile des Phosphors bei weitem seltner als in der Grossindustrie kund geben. Die Ursache dieser Erscheinung liegt auf der Hand; bei der Grossindustrie ist es die Masse des zu verarbeitenden Materials, welche eine derselben entsprechende Menge nachtheiliger Dämpfe entwickelt und daher die grössere Gefahr bedingt.

23) Munk und Leyden: Die acute Phosphorvergiftung. Berlin 1865.
Ueber die Aufnahme des Phosphors in Substanz vergl. man
v. Bamberger: Würzb. medic Zeitschr., VII. Jahrg., S. 41.
Vohl in Berl. klin. Wochenschr. No. 32 u. 33, 1865.
Husemann und Marmé in den Nachricht. v. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. in Göttingen, Mai 9., No. 12, 1866.
Ueber den Phosphor in physiol., klinisch. u. therap. Beziehung schrieb Lecorché im Arch. de Physiol. II, p. 488, 1869; über das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure im Urin Zuelzer im 66. Bd. von Virchow's Archiv.

24) Scheibler benutzt reine käufliche Superphosphate zur Darstellung der Phosphorsäure. Das Verfahren ist in Dingler's Journ., 221. Bd, p. 275 mitgetheilt.

Arsen (S. 282—305).

1) Arsen äussert als Metalloid nach den bisherigen Erfahrungen keine giftigen Eigenschaften.
2) Fester Arsenwasserstoff As_4H_2 entsteht aus Arsenverbindungen mittels nascirenden Wasserstoffs bei Gegenwart von Salpetersäure, worauf bei chemischen Untersuchungen sehr zu achten ist. Dieser Körper stellt ein rothbraunes, in der Hitze sich zersetzendes Pulver dar.
3) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 402.
4) Trost: Vergiftung durch Arsenwasserstoff bei der technischen Gewinnung des Silbers. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin, XVIII. Bd., S. 269, 1873.
Der Rath, den Thelmier gibt: in einer Atmosphäre, wo man Arsenwasserstoff

erzeuge, gleichzeitig Chlor zu entwickeln, ist sehr bedenklich. Allerdings wird Arsenwasserstoff zersetzt, aber das sich bildende Arsenchlorid ist ebenso giftig.

5) Ueber das Verhalten des Arsenwasserstoffs dem Blute gegenüber vergl. man:
Rabuteau in Gaz. de Paris 18, 1873.
Koschlakoff und Bogomoloff im Centralblatt der medicinischen Wissensch., S. 627, 1868.

6) Nach einer Mittheilung des Chemikers Herrn Classen wurde in den Leichen der in der Nähe von Aachen durch Arsenwasserstoff umgekommenen Arbeiter Arsen in Lunge und Leber nach der Sonnenschein'schen Methode nachgewiesen.

7) v. Jäger, Georg: Die Wirkung des Arsens auf Pflanzen, Stuttgart 1864, S. 27, eine diesen Gegenstand sehr eingehend behandelnde Schrift.

8) Fleck, Hugo, Zeitschr. f. Biol., 3. Heft, 1872; Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., XVIII. Bd, S. 391, 1873.

9) Kletzinski in der Wiener Wochenschr. No. 43 u. 44, 1859.
Dr. Müller in Augsburg, eod. loc. No. 18, 19, 20.
Dr. Fabian in Dingler's Journ., S 21, 1860.

Die Fälle von Vergiftungen durch Tapeten mit arsenikalischen Farben sind so ausser Frage gestellt, dass es der speciellen Aufführung derselben nicht mehr bedarf. In den oben angeführten Abhandlungen ist der Nachweis der Vergiftung auf die überzeugendste Weise vor Augen geführt, während allerdings viele Beobachtungen nur auf Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten beruhen.

cf. Kirchgässer: Der nachtheilige Einfluss arsenhaltiger grüner Tapeten. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., 19. Bd, S. 96, 1868.

10) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 410.

11) Ueber die durch arsenige Säure bewirkte Beschränkung des Stoffwechsels haben Schmidt und Bretschneider, Schmidt und Stürzwage (Moleschott's Untersuchungen z. Naturl. VI, 146 u. 283), sowie Lolliot (Etude physiol. de Arsène. These, Paris 1868) genaue Versuche angestellt. In derselben Richtung lieferte Cunze (Zeitschr. f. rat. Medic, 27. Bd, S. 33) Beiträge und hat besonders Temperaturabnahme nach kleinen Arsendosen beobachtet, während Saikowsky (Virchow's Arch, 34. Bd., S. 73) danach eine vermehrte Fettanhäufung namentlich in der Leber und in den Nieren nachwiess und zwar in Uebereinstimmung mit den Versuchen, in welchen Thiere, die mit kleinen Gaben Arsen gefüttert wurden, bedeutende Fettzunahme zeigten. In letzterer Beziehung scheint es nicht auf die Präparate anzukommen: so fütterte Roussin Kaninchen mit Calciumarseniat und sah sie nach kurzer Zeit fett werden (Journ. de pharm. et chim., T. 43, p. 102).

Schon im vorigen Jahrhundert war den Pferdehändlern bekannt, dass man Pferde mit kleinen Gaben von arseniger Säure fett machen kann. Viele Bewohner von Steyermark sind bekanntlich Arsenesser und bringen es allmählig durch Gewohnheit dahin, 1—2mal wöchentlich 4—5 Gran arsenige Säure zu nehmen, um grössere Anstrengungen und namentlich das Bergesteigen besser ertragen zu können. Bekannt ist aber auch, dass sie später, wie die Säufer an den Branntwein, sklavisch an den Genuss von Arsen gefesselt sind und Viele an asthmatischen Leiden zu Grunde gehen.

Man vergl. C. Gähtgens (Centralblatt der medic. Wissensch., No 32, 1875) über den Einfluss toxischer Gaben von Arsensäure (in Form der Natriumverbindung) auf den Eiweissumsatz im Thierkörper.

Kosel, Albrecht: Zur Kenntniss der Arsenwirkungen. Arch. f. experiment. Path. Pharm, V. Bd., 1. u. 2. Heft, 1875, S. 128.

Schon Hahnemann, Harless und Brodie beobachteten nach kleinen Gaben eine Anregung der Herzthätigkeit, nach grössern aber Lähmung des Herzens und der Nervencentren, eine Erfahrung, die neuerdings von Sklarek (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1866, S. 481) durch Versuche an Fröschen und Säugethieren bestätigt wurde. Die Wirkung auf die Nervencentren (Gehirn und Rückenmark) scheinen mehr die Folgen von Circulationsstörungen zu sein, obgleich Sklarek auch eine directe Einwirkung auf das Rückenmark, namentlich auf dessen hintere graue Substanz, annimmt: das Rückenmark würde in der Leitung der sensiblen Eindrücke zu den motorischen Nerven gestört. Neuerdings vertritt jedoch Unterberger (Archiv für experiment. Pathol., II., 89) die Ansicht, dass Arsen vorzugsweise auf die Unterleibsgefässe wirke, wie aus der Stauung der Unterleibsorgane hervorgehe, die ihrerseits die Verminderung der Herzenergie zur Folge habe.

Ablagerungen von Arsen in der Leber und Milz kommen auch vor, der Organismus zeigt aber eine entschiedene Tendenz, das aufgenommene Arsen vorzugsweise durch den Urin und Speichel zu eliminiren: nachhaltige Störungen bleiben daher nicht zurück, wenn überhaupt Arsen nicht in letalen Gaben aufgenommen

worden ist. Bei grossen, innerlich genommenen Gaben ist die Magenschleimhaut meistens striemen- und punctförmig geröthet und mit einem glasigen oder blutig gefärbtem Schleim bedeckt; bisweilen ist sie geschwollen und sammetartig geröthet. Wo sich Körnchen der arsenigen Säure abgelagert haben, finden sich Arrosionen oder Schichten geronnenen Blutes; wirkliche Ulcerationen sind höchst selten; bisweilen fehlen aber alle Erscheinungen von localer Reizung.

Beachtenswerth ist noch der Umstand, dass unter Umständen die arsenige Säure als Schwefelarsen gefunden wird. (cf. Dr. J. U. Lerch, Prager Vierteljahrsschr., Jahrg. V., 1848, Bd. III, S. 50). Bei Leichen, die nach Monaten und Jahren exhumirt werden, muss man diese Erscheinung sehr beachten.

Bekannt ist die Eigenschaft der arsenigen Säure, Leichen zu mumificiren; sie verhindert übrigens nicht die Pilzbildung, sondern befördert sogar gewisse Pilzwucherungen. Nach den Untersuchungen von Fleck (Benzoësäure, Carbolsäure, Salicylsäure, Zimmetsäure, vgl. Unters. zur Feststellung des Werthes der Salicylsäure als Desinfectionsmittel, München 1875) stimmt Arsen in dieser Beziehung mit den von ihm geprüften Säuren überein, welche ebenfalls die Nahrung der Schimmelpilze nicht consumiren. Die arsenige Säure scheint aber in Flüssigkeiten das Auftreten von Bacterien und Vibrionen zu verhüten.

12) Man vergl. die Nickelindustrie, S. 776. Zu bemerken ist noch, dass nach Lolliot bei mit Arsen langsam vergifteten Hunden erythematöse Eruptionen in der Nähe der Gelenke, an den Ohren und an andern Körperstellen mit Ausfallen der Haare, auch Conjunctivitis mit Thränenfluss und Photophobie auftreten.

13) Jäger hebt noch besonders hervor, dass das Eisenoxydhydrat bei Pflanzen nicht als Gegengift, wie beim Menschen, zu betrachten ist, indem es die Wirkung der Vergiftung, auch wenn sich diese kaum kund gegeben hat, nicht zu heben vermag, denn eine Pflanze scheidet niemals die aufgenommene arsenige Säure aus. Mancher Boden wird aber wahrscheinlich schon wegen seines Eisengehaltes die Wirkung derselben vermindern oder aufheben.

Man vgl. ferner v. Gorup-Besanez: Ueber das Verhalten der vegetirenden Pflanzen und der Ackererde gegen Metallgifte, in den Annal. der Chemie und Pharmac., Bd. 127, Heft 2, p. 243. Er gelangt zu dem Resultate, dass Pflanzen aus einem Boden, welcher Arsenik und Quecksilber in inniger Mischung enthält, von diesen Metallen nichts oder nur geringe Spuren aufnehmen.

Was das Verhalten der Ackererde gegen arsenige Säure betrifft, so zeigte sich, dass von 250 Mgrm. arseniger Säure 213 Mgr., d. h. 85,2 %, durch die hierzu benutzte Ackererde von Erlangen unabsorbirt hindurchgegangen waren.

14) Wolff, Reinhold: Der Brand des Getreides, seine Ursachen und seine Verhütung. Halle 1874.

15) Ueber die Nachtheile der Hüttenwerke im Allgemeinen vergl.
Langendorff in Henke's Zeitschr. f. Staatsarzneik., 37. Jahrg., 1857.
Trebuchet: Code administ. des établ. danger., insalub. ou incommod. Paris 1832.

Auf Arsenhütten befinden sich stets besondere Instructionen, die nur leider nicht immer mit Strenge durchgeführt werden. Wir erwähnen hier nur die allgemeinen Schutzmassregeln, welche überall bei giftigen Dämpfen nothwendig sind und bei den einzelnen Operationen noch häufig zur Sprache kommen.

Die Gruben- und Werkvorsteher müssen zunächst Sorge tragen, dass so wenig als möglich arsenikalische Dämpfe in den Fabrikraum zurücktreten und nirgends abgelagerter Arsenstaub liegen bleibt. Ueberall ist eine besondere Vorsicht beim Ausräumen der Giftfänge nöthig; je gefährlicher überhaupt eine Arbeit ist, desto eher muss ein Wechsel der Arbeiter eintreten.

Die Gruben- und Werkarbeiter sollen stets bei der Arbeit ihre Stellung so wählen, dass sie nicht direct den gefährlichen Dämpfen ausgesetzt werden; in dieser Beziehung äussert sich noch vielfach ein unverzeiblicher Leichtsinn.

Was die Condensation der Dämpfe betrifft, so ist zu betonen, dass die Wasserberieselung für die Dämpfe der arsenigen Säure kein ausreichendes Verfahren ist, da letztere bekanntlich dem Wasser gegenüber unbenetzbar ist. Für diese Dämpfe ist die Fortleitung durch Wasserdämpfe und die Condensation durch Abkühlung die einzige wirksame Methode, weil sich dann die arsenige Säure mit den Wasserdämpfen niederschlägt und sammeln lässt. Es ist thatsächlich erwiesen, dass die Dämpfe von arseniger Säure durch eine Wasserberieselung hindurch gehen, während dies bei allen andern Dämpfen nicht der Fall ist.

Ueberall, wo gefährliche metallische Dämpfe auftreten, wird empirisch als Nahrung der Genuss von Milch, schleimigen Getränken überhaupt und fettigen Speisen empfohlen. Der Schwerpunct liegt aber in der genauen ärztlichen Untersuchung der Arbeiter und in der Verpflichtung der Arbeiter, bei jedem durch die metallischen Dämpfe bedingten Erkranken ärztliche Hülfe aufzusuchen.

Ueber Arsengewinnung aus den Rückständen der Anilinfarbenfabriken cf. Beyer: Bericht über die Verwaltung und den Stand des Medicinal- und Veterinärwesens des Regierungsbezirks Düsseldorf, Oberhausen 1874, S. 35.

Die durch den Reductionsprocess aus der Arsensäure entstandene arsenige Säure ist meist als arsenigsaures Natrium vorhanden, da Kochsalz zur Präcipitation des Farbstoffs in den meisten Anilinfarbenfabriken benutzt wird. Man setzt Kalk hinzu, um eine weniger lösliche Verbindung von arsenigsaurem Calcium zu erhalten, dem aber noch immer mehr oder weniger arsensaures Calcium beigemischt ist.

16) In naturhistorischen Cabinetten wird vielfältig folgende Seife benutzt: Arsen. alb. 180,0, Sap. Hisp. 120,0, Calcar. ust 45,0, Kali carb. dep. 30,0, Aq. ferv. 360,0 Grm. Delpech (Annal. d'hyg. publ., p. 314, 1870) hat eine Arsenvergiftung mitgetheilt, welche durch Aufenthalt in Zimmern entstanden war, in denen sich mittels Arsens ausgestopfte Thiere befanden.

17) Eulenberg: Das Medicinalwesen. S. 101. Auch gegen Krätze hat man folgende Mischung empfohlen: Acid. arsen. 0,05 Grm., Kali carb. 1,0, Spir. vin. rect. 10,0, Aq. foet. 100,0. Täglich 2 mal erwärmt anzuwenden. (Allg. med. Centralzeitung, 98. St., 1874).

18) Eulenberg, eod. loc. S. 97.

19) Kletzinsky über Scheel'sches Grün als Wandfarbe. Pappenheim's Monatsschr. 1860, S. 84.

20) Eulenberg: Ueber arsenhaltige rothe Tapeten. Pappenheim's Monatsschr., 1. Heft, 1860.
— Medicinalwesen, S. 98, 99, 100.
Draper: Ueber arsenhaltige Farben. Chem. News 1872, No. 660 u. s. w.
Johnson, Georg: Ueber häufig vorkommende Quellen von Arsenvergiftung. Publ. Health., p. 193, 1874. Schmidt's Jahrb., 165. Bd., S. 128, 1875.
Chevallier, M. (Annal. d'hyg. publ., Janv. 1874) und
v. Linprun (Bayer. ärztl. Intelligenzbl. No. 9, S 81, 1869) schrieben über die Arsenvergiftung durch Kinderspielzeuge.

Tödtliche Vergiftungen durch den Gebrauch von giftigen Farbsteinen in den Kindermalkasten haben wir mehrmals kennen gelernt.

21) Eulenberg: Das Medicinalwesen, S. 100.

22) Holm in Gefle (Deutsche Klinik No. 31, 1874) beobachtete nach dem Gebrauche eines grünen Lampenschirms Kopfschmerzen, Frostschauder, gastrische Symptome, Abmagerung, Kräfteabnahme, gelbliche Haut, Schlaflosigkeit, Müdigkeit, Muthlosigkeit, Zittern und Abnahme des Gedächtnisses.
Zuntz (Berl. klin. Wochenschr. No. 43, 1875) hat einen ähnlichen Fall beobachtet, in dem Uebelkeit, Appetitlosigkeit und Eingenommenheit des Kopfes vorwalteten.

Binz macht bei dieser Gelegenheit auf ein Reagens aufmerksam, das sich zum Nachweis von Arsen sehr gut eigne. Man übergiesst ein Stückchen der zu untersuchenden Substanz mit Salzsäure, fügt einige Krystalle von Zinnchlorür hinzu und erwärmt: Arsen schlägt sich dann als eine schwarzbraune Masse (metallisches Arsen) unter Bildung von Zinnchlorid nieder. Selbstverständlich muss Salzsäure und Zinnchlorür ganz frei von Arsen sein.

Biggs (Lancet., Jan. 1860) beobachtete beim Gebrauch solcher Schirme Speichelfluss und Mundgeschwüre, Erscheinungen, die übrigens mehr auf Quecksilberdämpfe hinweisen.

23) In Italien hat man sich zuerst mit der Darstellung der künstlichen Blumen beschäftigt und bis zum Mittelalter besassen die Frauenklöster gleichsam das Monopol der Anfertigung, da man sie vorzugsweise zum Ausschmücken der Altäre benutzte. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts begann man zuerst in Lyon mit der Fabrication und von dorther gelangte dieselbe nach Paris, wo sie anfangs auch nur in Klöstern betrieben wurde. In Deutschland war es besonders die sächsisch-böhmische Grenze, wo dieser Erwerbszweig sich im Anfange dieses Jahrhunderts entwickelte, aber sich mehr mit der gröbern Waare befasste.

Ausser dem gewöhnlichen Papiere liefern Jaquenottes, Mull, Sammet, sogen. englisches Leder das Material: zu den schönsten Blumen wird Papier de Chine benutzt, das aus dem Marke einer in China wachsenden Pflanze dargestellt wird.

Paris, neuerdings auch Berlin und München, vertreten hauptsächlich diese Fabrication: in Paris waren schon vor 15 Jahren 150,000 „Fleuristes" beschäftigt. Wegen der sanitären Nachtheile, die sich bei dieser Fabrication immer entschiedener herausstellten, wurde 1859 eine Commission berufen und mit der Prüfung dieser Industrie beauftragt. Boussingault, Chevallier, Bouchardat und Vernois waren Mitglieder derselben. Es wurden folgende hygienische Massregeln für nothwendig erklärt:

1) Das Gemenge von arsenikalischem Grün und Stärkemehl oder ähnlichen Substanzen ist mittels eines hölzernen oder metallenen Spatels in einem Gefässe zu bearbeiten und zuzubereiten; dasselbe ist mit einem Deckel zu versehen, dessen Mitte Raum für die Aufnahme des Rührers lässt.

2) Die Application des Teigs auf das Zeug geschieht mittels einer Bürste, die einen wenigstens 4 Centim. hohen Holzrücken hat, und benutzt man dabei lange lederne Handschuhe.

3) Das Klopfen des Zeugs geschieht in der Weise, dass es vorher in ein Stück starker Leinewand eingewickelt wird.

4) Das Trocknen des Zeugs geschieht auf Rahmen, dessen Drahtstifte 6 Ctm. von einander stehen. Die Arbeiter müssen sich vor jeder Verwundung an diesen Drähten hüten, weil die kleinste Verletzung durch die Verunreinigung mit dem Farbstoffe einen bösartigen Character annehmen kann.

5) Dann folgt das Falten auf weiten Rollen, um das Abblättern zu verhüten; durch den Kalander (Glättrolle) wird der Farbstoff mehr imprägnirt und das Zeug geglättet.

6) Eine Benetzung des Bodens des Arbeitsraumes und sorgfältige Entfernung der Abfälle muss täglich stattfinden.

Die Arbeiter müssen sich die Hände mit Talkpulver einreiben und sie nach der Arbeit mit angesäuertem Wasser abwaschen.

Zu berücksichtigen ist noch besonders das Auseinanderdrehen der in Packeten befindlichen Blätter und das Ausschneiden der Blätter mittels eines Locheisens, da sich hierbei viel Staub entwickelt. Diese Procedur sollte nur auf Tischen mit weissem Papier ausgeführt werden, auf welchem sich der Staub ansammelt und entfernt werden kann. Staubbildung ist sehr leicht möglich, da der Stärkezusatz zur Farbe die Brüchigkeit bedingt. Zweckmässig würde hierbei der Gebrauch einer Maske oder eines Respirators sein: wenigstens sollte man vor Mund und Nase Schwämme binden. Cyankalium kommt sehr selten zur Verwendung.

Alle Vorsichtsmassregeln sind im höchsten Grade erforderlich, wenn noch das Bepudern mit arsenikalischen Kupferfarben stattfindet. Die Hautaffectionen bestehen in Bläschen, Papeln und Pusteln wie bei der Hüttenkrätze. Das Krösen oder Krausmachen geschieht mit einem Brenneisen.

Ausführlich hat Vernois (Ann. d'hyg. publ. Oct. 1859) diesen Gegenstand behandelt.

Pappenheim: Ueber Fabrication und Consumtion künstlicher Blumen (in der Monatsschr. f. Sanitätspolizei, 1. Jahrg. 1860, S. 453—462).

Beaugrand: Les différentes sortes d'accidents causées par les verts arsenicaux employés dans l'industrie. Gaz. des hôpitaux 1859.

Follin: Sur l'éruption papulo-ulcéreuse qu'on observe chez les ouvriers qui manient le vert de Schweinfurt. Arch. génér. de Méd. 1857.

Es ist im höchsten Grade zu bedauern, dass überall noch das Schweinfurter Grün seine Herrschaft ausübt, obgleich es nicht an Farben fehlt, die ihm den Rang streitig machen, abgesehen davon, dass man das Grün auch durch Mischen von Gelb (Pikrinsäure, Chromgelb) und Blau (Ultramarin, Thénard's Blau u. s. w.) darstellen kann. Nur die Billigkeit und der Glanz des arsenikalischen Grüns gewähren der Fabrication bedeutende Vorzüge.

24) Stohmann in Muspratt's Techn. Chemie, 1. Bd., S. 671, 1865.

25) Die Arsensulfide werden hauptsächlich in Andreasberg in Sachsen dargestellt und nach Frankreich und China exportirt, wo sie zur Darstellung von gelben Farben benutzt werden. Seit dem letzten französischen Kriege werden sie auch in Frankreich bei St. Denis fabricirt.

Eine ausführliche Arbeit über Schwefelverbindungen des Arsens hat A. Gehlis geliefert (s. Annal. de chim. et de phys. XXX., p. 114, Dingler's Journ. CCXI., p. 23, Wagner's Jahresber. pro 1874, S. 191).

Speciell über die Fabrication von Realgar vergl. man

Kerl, Bruno: Grundriss der Metallhüttenkunde, 1873, p. 336.

Hierher gehört auch die Schwefelarsen-Gewinnung bei der Behandlung der Kammersäure mittels Schwefelwasserstoffes; es entsteht hierbei stets Arsentrisulfid. Bei grossartigem Betriebe benutzt man Fällthürme nach Gerstenhöfer, in welchen man mittels Schaukeltrögen die Schwefelsäure über Quarzstücke rieseln lässt; gleichzeitig strömt von unten Schwefelwasserstoff in den Thurm und zwar der langsam niedertropfenden Schwefelsäure entgegen.

Das Verfahren hat kein sanitäres Bedenken, wenn mit der erforderlichen Vorsicht die Darstellung und Leitung des Gases erfolgt. Ein Entweichen von Schwefelwasserstoffgas findet hierbei nicht statt, weil es im Thurme vollständig zersetzt wird.

Bode: Die Reinigung der Schwefelsäure von Arsen auf den Kgl. Sächs. Hüttenwerken b. Freiberg. Dingler's Journ. CCXIII. p. 25. Wagner's Jahresber. 1874, S. 259.

Antimon (S. 305—312).

1) Sehr häufig werden die Beobachtungen von Lohmeier über Vergiftungen durch Spiessglanzdämpfe (Casper's Wochenschr. f. d. ges. Heilk., No. 17 u. 18, 1840) erwähnt. Unter den verschiedenen Symptomen wird auch dunkelrother und sogar blutiger Urin angeführt: diese Thatsache spricht aber ganz besonders für die Mitwirkung der Dämpfe von arseniger Säure, da das Symptom ausschliesslich diesem Gifte zuzuschreiben sein dürfte: keinesfalls gehört blutiger Urin in den Wirkungskreis von Antimonoxyd. Ebenso gehört ein pustulöser Ausschlag an den Genitalien oder am Halse mehr der reizenden Einwirkung der arsenigen Säure als dem Antimonoxyd an. Die chemische Untersuchung des Urins würde hier wahrscheinlich allen Zweifel beseitigt haben.

Lohmeier citirt namentlich zwei Fälle, in denen die Darstellung von Antimonchlorid Hautreizung und Pusteln bei den Laboranten hervorgerufen hatte; hier kann man mit Bestimmtheit die Mitwirkung von arseniger Säure resp. Arsenchlorid annehmen. Ebenso weisen die andern Symptome: stechender, bohrender Kopfschmerz, ängstliche Träume, Zuckungen in den Gliedern, Rückenschmerzen mit Erschlaffung und Abspannung mehr auf Arsen als auf Antimon hin.

2) Ein solcher Staub bestand in einem speciellen Falle aus metallischem Blei und nur ein paar Procenten Antimon. In der betreffenden Setzerei war aber in den letzten 10 Jahren kein Fall von Bleikrankheit vorgekommen.

3) Nach v. Holsbeck (Journ. de Med. de Bruxelles 1858, im Auszuge in den Annal. d'hyg. publ., T. XV., 1864) sollen 25 % der Setzer der Lungenschwindsucht unterliegen. Schon Chevallier (Annal. d'hyg. publ., T, XIII., 1835) hat dieser Auffassung widersprochen und namentlich unter den Druckern vorzugsweise ganz gesunde Leute angetroffen, wenn sie sich eines ordentlichen Lebens befleissigten Wir können dasselbe behaupten, halten aber dafür, dass Leute mit tuberculöser Anlage das Setzergeschäft vermeiden sollten, weil die Einwirkung einer mangelhaft ventilirten Luft leicht nachtheilige Folgen herbeiführen kann. Es mag sein, dass viele Brustschwache das Setzergeschäft wählen, da es nicht mit körperlichen Anstrengungen verbunden ist: dadurch werden sie freilich die Zahl der Lungenschwindsüchtigen in diesem Gewerbe vermehren können. Constatirt ist, dass sich wenige Setzer durch kräftige Körperentwicklung auszeichnen; auch beobachtet man bei ihnen bisweilen den blauen Rand am Zahnfleische, aber ohne alle anderweitige Symptome einer Bleierkrankung.

Stumpf, P. R.: Berufskrankheiten der Schriftgiesser und Buchdrucker mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Leipzig. Arch. d. Heilk. 1875, S. 471.

Nach Stumpf sollen Giesser am meisten erkranken, da sie sich täglich der Dampfatmosphäre des Schriftgutes aussetzen, während sich die Schleifer bei einiger Vorsicht mehr schützen könnten. Das Letztere lässt sich aber auch von den Giessern behaupten und kann Verf. nach seinen Beobachtungen kein auffallend häufigeres Vorkommen von Bleivergiftung bei Giessern annehmen.

Bei Setzern will Stumpf im Winter bei geschlossenen Fenstern und mangelhafter Ventilation mehr Erkrankungen beobachtet haben, eine Erfahrung, die nicht zu bestreiten ist.

Die Störungen der Verdauungs- und Respirationsorgane bei Druckern und Giessern kommen in gleicher Weise auch bei andern Arbeitern vor.

4) de Neufville, W. C.: Lebensdauer und Todesursachen 22 verschiedener Stände und Gewerbe. Frankfurt 1855, p. 85—87.

5) Die Druckerschwärze wird in den Druckereien Firniss genannt und besteht vorzugsweise aus Russ und Leinöl nebst einem Zusatz von weisser Seife oder auch von Kolophonium. Der Geruch stammt vorzugsweise vom Oel und Russ her, der bekanntlich auch den frischen Druckbogen anhaftet.

In der Gaz. des hôpit. No. 25, 1866, hat Marmisse mitgetheilt, dass sich ein Redacteur beim Lesen der frischen Abzüge eine Bleikolik zugezogen habe, eine Behauptung, die ganz unbegründet ist und den Beweis liefert, wie leichtfertig man in der Beurtheilung der Krankheitsursachen sein kann.

Zu bemerken ist noch, dass man durch den Zusatz von Berlinerblau und Indigo den braunen Schimmer der Schwärze aufzuheben sucht. Wichtiger ist die Thatsache, dass man zur Erzeugung farbiger Buchstaben Chromgelb, Zinnober, Grünspan und Mennige benutzt. Auch Greenhow (Medic. Times, I., 1864) berichtet, dass Metallpulver für bestimmte Zwecke auf feuchte Druckerplatten gestreut oder auf eigens dazu präparirtes Papier aufgetragen wird. Er will in solchen Fällen bei Druckern schwarze Indurationen der Lunge (Melanose) beobachtet haben, welche man auch bei Farbenreibern antrifft.

Die gewöhnliche Druckerschwärze wird mittels der von Lord Stanhope er-

fundenen Auftrag- resp. Arbeitswalze applicirt; diese erhält einen Ueberzug von elastischer, aus Glycerin und Gelatine dargestellter Masse.

6) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 425.

7) Schwefelantimon kommt in vielen Feuerwerkssätzen vor.

Wismuth (S. 312–314).

1) Valenciennes, A.: Beiträge zur Metallurgie des Wismuths. Annal. de chim. phys., 1874, I., p. 397; Wagner's Jahresber. 1874, S. 202.

Bor (S. 314—315).

1) Tiemann, Ferdin.: Bor und seine Verbindungen. Amtl. Bericht über die Wiener Ausstellung, 16 Heft, S. 322.

Kohlenstoff (S. 316—367).

1) Gegenwärtig ist der Deflector von Windhausen und Büssing in Braunschweig viel in Gebrauch.
Wolpert hat einen Rauch- und Luftsauger, Vogt (s. l. c.) einen Ventilationshut construirt. Auf dem hiesigen Rathhause befindet sich ein von Dorn angegebener Schornstein-Aufsatz.
Muyschel: Ueber Schornstein-Aufsätze in der Deutsch. Bauzeitg., 7. April 1870, No. 14, S. 113. Hier findet sich die betreffende Literatur zusammengestellt.

2) Otto Braun hat einen Apparat construirt, um allen Rauch, alle Dämpfe und Gase aufzufangen und unschädlich zu machen.

3) Rossignon in Compt. rend., Avril 1842, S. 613.

4) Jeder Kohlenstaub vermag die Anthracosis pulmonum hervorzurufen; der von Traube 1860 beobachtete Fall betraf grade einen Holzkohlenarbeiter, obgleich im Allgemeinen die Holzkohle weniger intensive Krankheitszustände hervorruft als die Steinkohle. Noch weniger gefährlich erweist sich Graphit, dessen Staub in den Bleistiftfabriken, Giessereien, in der Fictilindustrie u s. w. vorkommt, jedoch nach den bisherigen Erfahrungen keine bedenklichen Krankheitszustände zur Folge hat.

5) Man muss bei dem Gebrauch dieser Respiratoren auf die Oxydationsproducte aufmerksam sein; in einer Schwefelwasserstoff-Atmosphäre wird sich z. B. schweflige Säure bilden, die dann nachtheilig einwirken könnte. Diese Respiratoren bedürfen daher einer häufigen Regeneration resp. eines erneuten Ausglühens.

6) Man benutzt gewöhnlich Natriumcarbonat (Sodalaugen), um den Gips in Calciumcarbonat umzuwandeln und Natriumsulfat zu bilden, das in Wasser löslich ist und durch Waschen entfernt wird. Das Säuern dient dann noch zur Entfernung des Calciumcarbonats.
Nach dem Eisfeld'schen Verfahren kocht man die Kohle nach der Gährung und Waschung mit den bei der Zuckerfabrication gewonnenen ammoniakalischen Condensationswässern, um den Gips zu zerlegen und das Auslaugen mit Soda dadurch zu umgehen; gleichzeitig wird hierdurch auch ein Theil des Calciumcarbonats entfernt.
Bisweilen unterlässt man auch die Behandlung der Kohle mit Soda; dann ist das Dämpfen der Knochenkohle nicht zu umgehen, welches sich übrigens immerhin empfiehlt, bevor man mit dem Waschprocess beginnt. Zum Dämpfen gehören weite cylindrische Gefässe aus Eisenblech, in welchen die Kohlen auf einem Siebboden liegen, unter dem die Wasserdämpfe eindringen, um oben wieder zu entweichen Je nach der Lage der Fabrik kann das freie Ablassen dieser Dämpfe für die Adjacenten lästig werden, so dass locale Verhältnisse die Condensation derselben gebieten können.
Uebrigens folgen die genannten Operationen nicht immer in der aufgeführten Reihenfolge, da jede Fabrik ihre besondern Methoden hat.
Stets bleibt der Waschprocess ein sehr wichtiger Act, zu dessen Ausführung besondere Waschmaschinen construirt worden sind; so sind die Maschinen von Klusemann und Cönner sehr gebräuchlich.

7) Der Glühprocess bezweckt vorzugsweise die vollständige Entfernung der noch vorhandenen Reste von organischer Substanz. Man hat hierzu sehr verschiedene Oefen construirt, von denen der von Schatten eingeführte der gebräuchlichste und dem im Texte abgebildeten Ofen ähnlich ist. Eine Hauptaufgabe bleibt hierbei, mag der Ofen construirt sein wie er will, dass die Gase und Dämpfe in die Feuerung geleitet und hier vollständig verbrannt werden, da sonst der ganze Process zu einem sehr belästigenden und höchst unangenehmen werden kann, unter welchem nicht bloss die Arbeiter, sondern auch die Adjacenten zu leiden haben.

8) Emil Langen in Dingler's Journ., Bd. 182, Heft 4, S. 459, 1866.
Walkhoff (eod. loc. S. 329) hat auch eine selbstständige Knochenkohlendarre

für Zuckerfabriken construirt, welche in einer conischen und um ihre Achse sich drehenden Blechtrommel besteht, in deren engern Theil die Kohle mittels einer kleinen Schnecke gleichmässig eingeführt wird, worauf sie von selbst dem weitern Ende der Trommel zufällt. Die Erhitzung geschieht von aussen entweder durch abfallende oder directe Feuerung. In den meisten Fällen beschränkt man sich noch auf die Darrplatten. Dieses Trocknen soll die Kohle vorher von der Hauptmenge des anhaftenden Wassers befreien, ehe sie dem Glühprocesse ausgesetzt wird.

9) Herold: Der Bergbau im Steinkohlengebirge Englands und Schottlands in v. Carnall's Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenk., III. Bd., S. 63, 1856.
Nöggerath, Max: Ueber Steinkohlenbergbau des Staates in Saarbrücken in der Zeitschr. f. Bau- u. Hüttenwesen, III. Bd., S. 193, 1856.
Hartmann, C. Fr. Aug.: Berg- u. Hütten-Ingenieur. Die Fortschritte des Steinkohlen-Bergbaues in der neuesten Zeit oder der heutige Standpunct der Aufsuchung, Gewinnung u. Förderung der mineralischen Brennstoffe. Mit 11 lithogr. Longfoliotafeln. Berlin, Springer 1859.
Lottner, H.: Leitfaden zur Bergbaukunde. Nach den in der Kgl. Berg-Academie zu Berlin gehaltenen Vorlesungen. Nach dessen Tode und in dessen Auftrage bearbeitet von Dr. Albert Sello. 2. Aufl. Berlin 1873.
Burat, Amadée: Das Material des Braunkohlenbergbaues. Deutsche Bearbeitung von Dr. Carl Hartmann. Brüssel u. Leipzig 1861.
Greenwell, G. C.: A Practical Treatise on Mine Engineering. Sec. edit. Newcastle, London 1870. Ein praktisches Werk, welches in jeder Beziehung zu empfehlen ist.

10) Die Häuerarbeit ist die anstrengendste und veranlasst am meisten die Anthracosis pulmonum. In neuerer Zeit hat man bei denselben auch Nystagmus beobachtet und die Ursache dieses Augenzitterns auf Uebermüdung der M. rect. super. geschoben. Nur in seltnen und schlimmern Fällen findet man Paralyse oder Gewebsdegeneration, noch seltner eine Complication mit Herzklopfen und profusen Schweissen. Taylor in Nottingham hat die Krankheit ziemlich häufig bei Kohlengrubenarbeitern beobachtet und schiebt die Ursache ebenfalls auf die Ueberanstrengung der Augenmuskeln, die aus dem Bestreben, bei unvollkommenem Lichte deutlich zu sehen, entstehe, während Andere den nachtheiligen Umstand betonen, dass die Arbeiter liegend mit beständig in die Höhe gerichteten Augen ihrer Beschäftigung obliegen. Die Krankheit tritt nur bei Erwachsenen auf und ist heilbar: Wechsel der Beschäftigung und Aufenthalt in guter Beleuchtung waren die Heilmittel. cf. Lancet, 12. Juni 1855, 27. Nov. 1875. Berl. klin. Wochenschr. No. 32 1875. Deutsche med. Wochenschr. No. 13 1876.
Den Häuern stehen in Bezug auf die sanitären Nachtheile die Schlepper am nächsten; sie laden die aufgeladenen Steine auf und schieben sie in den Galerien auf kleinen Wagen fort, wobei namentlich die Anstrengungen der Brustmuskeln bei gebückter Stellung leicht Anlass zu Herzkrankheiten geben: diese Stellung veranlasst auch das Genu valgum, besonders wenn jugendliche Personen schon zu dieser Beschäftigung herangezogen werden.

11) In Frankreich versteht man unter Mofettes oder Mouffettes im Allgemeinen böse Wetter, welche Stickstoff und Kohlensäure enthalten.
In einigen Braunkohlen kommen nach Kolbe (Journ. f. prakt. Chemie 1872, Bd. V., S. 19) Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff und Sauerstoff vor. Es wurden böhmische Patent-Braunkohlen und eine erdige Braunkohle geringerer Qualität untersucht. Es ergab sich folgende Zusammensetzung:

	CO_2	CO	N	O
1) Böhmische Kohle	89,66	1,80	8,03	0,51
2) Böhmische Kohle	82,40	3,00	14,15	0,45
3) Erdige Braunkohle . . .	83,99	1,04	19,91	0,65

Ammoniak in der Luft der Kohlenbergwerke rührt bloss von den Pferdeställen her und kommt im Allgemeinen nur in geringen Mengen vor.

12) Mit feu grison, feu sauvage bezeichnet man in Frankreich die schlagenden Wetter. Nach jeder Explosion füllt sich die Atmosphäre mit den Verbrennungsproducten, d. h. mit einem fein vertheilten Kohlenstoff an, den man Schwaden, Nachschwaden, Afterdamp nennt (s. S. 338). conf. Bourguet in Gaz. de Hôp. 142. Bd., 1876.
Wehrle behauptet, dass die gewöhnliche Grubenlampe bei 16% Sauerstoff, ein Talglicht bei 18% und ein Argand'scher Brenner bei 14% Sauerstoff noch brenne. Eine Luft von 20,6% Sauerstoff muss als schlecht und eine von 20,5% als gefährlich bezeichnet werden. Der normale Gehalt kann mit 20,9% Sauerstoff bezeichnet werden. cf. Taylor: Ueber Verhütung der Explosion durch Ventilation in Sanit. Record, IV. 85, 1875.

13) In England benutzt man Roste von 9—25 Fuss Länge und 6—8 Fuss Breite. Ueber

die Construction dieser Oefen conf. die Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenkunde, X. Bd., 2. Heft, S. 41, 1862.

14) Ein Ventilator muss während 1 Secunde 10 Kubikmeter Luft aus jedem Schachte absaugen. Die Heftigkeit dieser Wirkung macht aber viel Zug in den Galerien und führt leicht rheumatische Leiden oder entzündliche Brustaffectionen herbei; hauptsächlich aus dieser Ursache zieht man unter gewöhnlichen Verhältnissen die ruhige und constante Wirkung der Wetteröfen vor.

Bluhme: Bericht über einige neuere namentlich in Belgien übliche Wettermaschinen in der Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenk., XIII. Bd., S. 187, 1865.

15) Ueber die Entwicklung der Englischen Bergwerks-Gesetzgebung in Brassert's und Achenbach's Zeitschr. f. Bergwesen, 1. Bd., S. 186.

In Preussen haben mehrere Oberbergämter allgemeine Berg-Polizei-Verordnungen erlassen, welche die Sicherung der Oberfläche der Grubenbaue bezwecken und die bei der Förderung, Fahrung, Wetterführung und Beleuchtung, sowie bei der Häuerarbeit nothwendigen Vorsichtsmassregeln erörtern. Die neueste Instruction dieser Art ist Seitens des Königl. Oberbergamtes zu Halle unter dem 15. Juli 1873 ergangen und mit dem 1. Januar 1874 in Kraft getreten:

Allgemeine Berg-Polizei-Verordnung
für den Verwaltungsbezirk des Königl. Oberbergamts zu Halle a. S.

Auf Grund der §§ 196 und 197 des Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 verordnet das unterzeichnete Oberbergamt für den ganzen Umfang seines Verwaltungsbezirks, was folgt:

I. Sicherung der Oberfläche. § 1. Beim Bergwerksbetrieb müssen zur Sicherung von Eisenbahnen, Chausseen, Communicationswegen jeder Art, Canälen, Flüssen, Bächen, Gebäuden u. s w. Sicherheitspfeiler von angemessener Stärke stehen gelassen werden, sofern die zu schützenden Anlagen nicht nach gütlichem Uebereinkommen verlegt oder die Flüsse und Bäche nicht in Gefluther gefasst werden.

§ 2. Die Durchörterung dieser Sicherheitspfeiler ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Erlaubniss des Revierbeamten und unter Beobachtung der von Letzterem vorgeschriebenen Sicherheitsmassregeln gestattet.

§ 3. Das Ausrauben und Schwächen dieser Sicherheitspfeiler ist verboten.

§ 4. Bei dauernder Einstellung eines unterirdisch betriebenen Bergwerks müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um die Oberfläche dauernd sicher zu stellen. Der Vertreter des Bergwerks ist für Ausführung dieser Bestimmung verantwortlich.

§ 5. Tagebaue sind auf den Seiten sowohl der in als der ausser Betrieb befindlichen Abraumstösse mit einer mindestens 1 Meter hohen Wehre oder einem mindestens 0,6 Meter tiefen und auf der Sohle gleich breiten Graben mit Dammaufwurf auf der dem Tagebau zugekehrten Seite zu versehen.

§ 6. In gleicher Weise sind die Feldestheile, in welchen Tagebrüche in Folge des Bergbaues vorhanden oder zu besorgen sind, abzusperren. Das Verbot des Betretens solcher abgesperrten Flächen ist durch Warnungstafeln ersichtlich zu machen.

§ 7. Grenzt ein Weg, ein öffentlicher Platz oder ein zum Wohnen eingerichtetes Gebäude an einen solchen Feldestheil oder an einen Tagebau, so ist längs des Weges, Platzes oder Gebäudes eine mindestens 1 Meter hohe, hinreichend starke Barriere anzubringen.

II. Sicherung der Grubenbaue. § 8. In Tagebauen darf die Höhe der Abraumsstrossen nicht über 6 Meter, die der Kohlenstrossen nicht über 10 Meter, die Breite beider aber nicht unter 3 Meter betragen. Doch ist es gestattet, sowohl das Deckgebirge als auch die Kohle in je einer Strosse zu gewinnen, wenn für ersteres eine Böschung von nicht über 55 Grad und für letztere von nicht über 65 Grad Neigung innegehalten wird.

§ 9. Sämmtliche unterirdische Grubenbaue müssen bei ungenügender Festigkeit des Gebirges dauerhaft verzimmert, ausgemauert oder sonst wie sichergestellt und, so lange sie benutzt werden, in sicherem Zustande unterhalten werden. Der Vertreter des Bergwerks ist für Ausführung dieser Bestimmung verantwortlich, wenn der Betriebsführer nachzuweisen vermag, dass ihm die dazu erforderlichen Mittel verweigert worden sind.

§ 10. In Grubenräumen, welche zur Communication zwischen den Arbeitspuncten und der Tagesoberfläche benutzt werden, insbesondere in Schächten, Querschlägen, Haupt- und Tagesstrecken, ist der Einbau von mit Kreosotöl getränkten Hölzern verboten. Auf Kreosotnatrium und diesem ähnliche Präparate bezieht sich das Verbot nicht.

§ 11. Die Braunkohle darf bei unterirdischem Abbau nur bis zu einer Mächtig-

keit von 5 Meter auf einmal gewonnen werden. Zur Betreibung eines Baues mit grösseren Bruchhöhen bedarf es der schriftlichen Erlaubniss des Revierbeamten.

§ 12 Bei dem Betriebe von Grubenbauen, in deren Nähe Standwasser, böse Wetter oder wasserreiches Gebirge bekannt oder zu vermuthen sind, muss durch Vorbohrungen oder andere zweckentsprechende Sicherungsmassregeln der Gefahr eines plötzlichen Wasserdurchbruchs vorgebeugt werden. In diesen Fällen müssen besondere Bohrtabellen geführt werden, in welchen die Zahl, Stellung und Tiefe der Bohrlöcher, sowie deren Ergebniss (Wasserergiebigkeit, Beschaffenheit der ausströmenden Wetter und des durchbohrten Gebirges u. s w.) täglich einzutragen sind.

§ 13. Alle Oeffnungen und Zugänge der Schächte, Gesenke, Bremsberge, Bremsschächte, Rolllöcher und Ueberhauen unter und über Tage sind derartig abzusperren, dass Niemand ohne eigene Schuld in dieselben hinabstürzen kann.

§ 14. Münden solche Grubenbaue direct in eine Förderstrecke ein, so ist die Befahrung der letzteren durch geeignete Vorrichtungen (Umbruchsort, Verschlag u. s w.) sicher zu stellen.

§ 15. Gezähstücke, Holz, Steine und andere lose Gegenstände dürfen nur in solcher Entfernung von Schächten und Gesenken niedergelegt und geduldet werden, dass ein Hinabfallen derselben in letztere nicht erfolgen kann.

III. Förderung a) in Schächten und Gesenken. § 16. Beim Abteufen von Schächten und Gesenken mit dem Haspel dürfen nur starke, mit Fängern, eisernen Vorsteckern und bei einer Teufe von mehr als 40 Metern mit einer kräftigen Bremsvorrichtung versehene Haspel benutzt werden. Das Haspelgeviere ist stets auf Rüsthölzer zu verlagern.

§ 17. Findet beim Abteufen die Förderung mittels Dampfkraft statt, so muss an der Seilkorbachse eine kräftige Bremsvorrichtung derartig angebracht sein, dass der Maschinenwärter dieselbe, ohne seinen Stand zu verlassen, leicht und sicher handhaben kann.

§ 18. Beim Abteufen sind nur fehlerfreie und vorher erprobte Seile zu benutzen; auch ist deren Verbindung mit dem Fördergefäss so herzustellen, dass eine zufällige Lösung derselben nicht stattfinden kann.

§ 19. Beim Abteufen dürfen die Fördergefässe nur bis zu einer Hand breit unter dem Rande gefüllt werden.

§ 20. Beim Abteufen müssen die zur Ein- und Ausförderung gelangenden Materialien, wie Gezähstücke, Holz u. s. w., mit Heftstricken an das Seil befestigt werden.

§ 21. Allen Haspelvorrichtungen, die zur Förderung benutzt werden, muss eine solche Einrichtung gegeben werden, dass das Fördern sowie das Abziehen und Einhängen der Fördergefässe ohne Gefahr für die Arbeiter erfolgen kann.

§ 22. Bei regelmässiger Förderung mittels Maschinen ist ein selbstthätiger Verschluss der Schachtmündung, z. B. durch Fallgitter, anzubringen.

§ 23. An den Anschlagspuncten ist nöthigenfalls durch Umbruchsörter eine solche Einrichtung zu treffen, dass Niemand genöthigt ist, unter den Förderschacht zu treten oder ihn zu durchschreiten.

§ 24. Die An- und Abschlagspuncte der Schächte sind während der Förderung durch besondere, dauernd angebrachte Lampen erleuchtet zu erhalten.

§ 25. Das Betreten der Fördertrümmer während der Förderung ist verboten.

§ 26. In Förderschächten, welche eine solche Teufe besitzen, dass die gegenseitige Verständigung der Arbeiter an den Anschlagspuncten und an der Hängebank durch Zurufen nicht deutlich erfolgen kann, müssen Signalvorrichtungen vorhanden sein, welche gestatten, zwischen den einzelnen Anschlagspuncten untereinander und mit der Hängebank Zeichen zu wechseln. Tafeln, auf welchen die Bedeutung der von dem Betriebsführer festgestellten Signale erklärt ist, sind in der Maschinenstube, an der Schachthängebank und an den Anschlagspuncten anzubringen.

b) in Bremsbergen, Bremsschächten. § 27. In Bremsbergen und Bremsschächten sind, sofern eine gegenseitige Verständigung der Arbeiter durch Zurufen nicht deutlich erfolgen kann, Signalvorrichtungen anzubringen, die gestatten, von jedem Anschlagspuncte aus Zeichen nach oben und unten zu geben.

§ 28. Vor dem gehenden Zeuge der Bremswerke muss ein hinreichend starker Lattenverschlag angebracht sein, der den Seilen allein einen Durchgang gestattet.

§ 29. Die Bremswerke müssen mit einer selbstwirkenden, d. h. einer solchen Bremsvorrichtung versehen sein, die gelüftet werden muss, wenn der Bremskorb umgehen soll, sonst aber geschlossen ist.

§ 30. Der Stand des Abbremsers ist so einzurichten, dass derselbe ohne Gefahr und in bequemer Stellung seine Arbeit verrichten kann.

§ 31. Im Falle die Förderleute das Abbremsen der Fördergefässe selbst besorgen sollen, muss die Bremsvorrichtung von jedem Anschlagspuncte aus leicht und so gehandhabt werden können, dass der Fördermann nicht genöthigt ist, in den Bremsberg oder Bremsschacht selbst zu treten.

§ 32. Während des Ganges des Bremswerkes darf Niemand unter den Bremsberg oder Bremsschacht treten

c) über Tage und in Strecken. § 33. Im Tagebau darf der Arbeiter beim Füllen der Fördergefässe seine Stellung nicht zwischen Arbeitsstoss und Fördergefäss nehmen.

§ 34. Beim Füllen der Fördergefässe in einem Bruchbau muss der Fördermann eine solche Stellung einnehmen, dass er durch Zimmerung gehörig gesichert ist, auch ihm zur Flucht der erforderliche Raum frei bleibt.

§ 35. Laufbrücken zur Förderung sind mit einem festen Bodenbelag und bei einer Höhe von mehr als 3 Meter an beiden Seiten mit einem festen Geländer zu versehen.

§ 36. In Fahr- und Förderstrecken, deren Sohle unter Wasser steht, muss Tragewerk vorhanden sein.

§ 37. Auf Schienenbahnen mit einer solchen Neigung, dass die Fördergefässe auf denselben sich von selbst fortbewegen, müssen letztere gebremst werden können. Findet die Förderung in Zügen statt, so müssen in jedem Zug so viele mit Bremsen versehene Fördergefässe eingestellt werden, dass derselbe jederzeit mit Sicherheit zum Stehen gebracht werden kann.

§ 38. In Strecken, in denen Förderung mittels Maschinen stattfindet, ist eine Signalvorrichtung anzubringen, die gestattet, von jedem beliebigen Puncte derselben dem Maschinenwärter Zeichen zu geben.

IV. Fahrung a) im Allgemeinen und in Schächten. § 39. Jede selbstständig für sich betriebene unterirdische Anlage eines Braunkohlen- oder Alaunbergwerks muss mit zwei fahrbaren Ausgängen nach der Erdoberfläche versehen sein, die von allen Puncten des Grubengebäudes ohne Gefahr erreichbar sein müssen; sind es Schächte, so muss mindestens einer den Vorschriften der §§ 41, 42 und 43 genügen.

§ 40. Auf allen übrigen unterirdisch bauenden Bergwerken, in welchen die Befahrung nicht ausschliesslich durch Stollen oder einfallende Strecken stattfindet, muss mindestens ein von allen Puncten des Grubengebäudes ohne Gefahr erreichbarer, mit Fahrten versehener Schacht vorhanden sein. Wo bei Tiefbauen durch das Aufgehen der Wasser in der tiefsten Sohle eine Abschliessung des Fahrschachtes von den Grubenbauen eintreten kann, muss zur Sicherheit der Arbeiter ein zweiter Zugang zu dem Fahrschachte mindestens 4 Meter oberhalb der tiefsten Sohle vorhanden sein.

§ 41. Bildet derselbe nur eine Abtheilung eines auch zu andern Zwecken des Betriebes dienenden Schachtes, so ist derselbe nach der Seite der Förder-Abtheilung hin vollständig, nach der Seite der übrigen Abtheilungen hin aber wenigstens derartig zu verschlagen, dass Niemand durch die Zwischenräume den Kopf hindurchstecken kann. Diese Vorschrift findet für Schächte bis zu 10 Meter Teufe keine Anwendung, doch ist hier das Fahren während der Förderung verboten.

§ 42. In den Fahrschächten über 10 Meter Teufe und über 70 Grad Neigung müssen Ruhebühnen angebracht sein, die bei saigeren Schächten nicht über 8 Meter von einander entfernt sein dürfen. Die Fahrten sind dabei nicht steiler als mit 80 Grad Neigung zu stellen und müssen die Bühnlöcher decken.

§ 43. Sämmtliche Fahrten müssen hinlänglich stark construirt und dauerhaft befestigt sein, sowie in gutem Zustande erhalten werden. An der Hängebank sowie an jeder Ruhebühne müssen entweder die Fahrten wenigstens 1 Meter hervorstehen oder feste Handgriffe angebracht sein.

§ 44. Die Benutzung des Seiles, sowie die Anwendung einer Fahrkunst zum Ein- und Ausfahren der Belegschaft bedarf der Erlaubniss des Oberbergamts, welches die Bedingungen und Sicherheitsmassregeln nach Vernehmung des Vertreters des Bergwerks festsetzt.

§ 45. Von dieser Erlaubniss darf erst Gebrauch gemacht werden, wenn die Ausführung der Bedingungen und Sicherheitsmassregeln an Ort und Stelle geprüft und die Benutzung der Seilfahrt bezw. Fahrkunst für zulässig erklärt worden ist.

§ 46. Auf allen Bergwerken, woselbst das Fahren auf der Fahrkunst oder am Seil nicht erlaubt ist, muss die Ein- und Ausfahrt in den dazu bestimmten Fahrschächten bewirkt werden. Das Befahren anderer Schächte oder Schacht-Abtheilungen ist nur den Aufsichtsbeamten und denjenigen Personen gestattet, die von dem Betriebsführer mit der Revision oder Reparatur derselben beauftragt sind.

§ 47. Beim Fahren von Schächten ist das Mitführen von Gezäh verboten.

b) in Bremsbergen, Bremsschächten und Rolllöchern. § 48. Alle in Betrieb stehenden Bremsberge, Bremsschächte und Rolllöcher, die für mehr als einen Betriebspunct vorgerichtet sind, müssen besondere Fahr-Ueberhauen oder Fahr-Abtheilungen und zwar nöthigenfalls zwei besitzen, so dass die Arbeiter nicht gezwungen sind, in den Förder-Abtheilungen oder durch dieselben zu fahren, um vor ihre Arbeit zu gelangen.

§ 49. Die Fahrschächte oder Fahrabtheilungen, die sich in den Bremsbergen, Bremsschächten oder Rolllöchern selbst befinden, sind gegen die Förderabtheilung hin sicher zu verschlagen.

§ 50. Die Fahrüberhauen sind möglichst bequem herzustellen und stets in fahrbarem Zustande zu erhalten.

§ 51. Das Befahren der Förderabtheilungen der Bremsberge, Bremsschächte und Rolllöcher ist nur den mit ihrer Revision oder Reparatur beauftragten Personen, sowie den Aufsichtsbeamten gestattet.

§ 52. Vor einer solchen Befahrung muss die Bremse stillgesetzt sein und darf nur auf ein bestimmtes Signal wieder geöffnet werden.

c) in Strecken mit maschineller Förderung. § 53. Das Fahren in horizontalen oder flachgeneigten Strecken, in welchen Förderung mittels Maschinen stattfindet, ist während der Förderung nur den dabei beschäftigten Arbeitern und den Aufsichtsbeamten gestattet.

V. Wetterführung und Beleuchtung. § 54. Bei allen Bergwerken muss für ausreichenden Wetterwechsel derartig gesorgt sein, dass sämmtliche in Betrieb stehende Arbeitspuncte und die zu befahrenden Strecken unter gewöhnlichen Umständen sich in einem zur Arbeit und Befahrung tauglichen Zustande befinden.

§ 55. Die erforderlichen Angaben über Wetterführung sowie sämmtliche Aendederungen des einmal aufgestellten Wettersystems sind in die Betriebspläne aufzunehmen.

§ 56. Alle Grubenbaue, insbesondere Schächte, Gesenke und Gesenkbaue, welche nicht mit andern, frische Wetter führenden Bauen in Verbindung stehen, müssen vor dem jedesmaligen Anfahren der Belegschaft von einem Aufsichtsbeamten oder einem zuverlässigen Arbeiter auf das Vorhandensein stickender Wetter mit einem brennenden Lichte untersucht werden. Das Betreten solcher Baue vor der Untersuchung ist den Arbeitern verboten. Zeigen sich stickende Wetter, so darf das Einfahren erst nach deren vollständiger Beseitigung gestattet werden.

§ 57. Alle Zugänge nicht belegter Grubenräume, in welchen das Vorhandensein böser Wetter irgend einer Art zu besorgen ist, müssen derartig abgesperrt werden, dass Niemand ohne Oeffnung des Abschlusses dieselben betreten kann. Vor der Wiederbelegung derselben muss die Gefahrlosigkeit von dem Betriebsführer oder einem durch den letztern zu bestimmenden Grubenbeamten durch geeignete Untersuchung festgestellt werden.

§ 58. Das unbefugte Betreten nicht belegter und in geeigneter Weise abgesperrter Grubenräume ist verboten.

§ 59. Das Kesseln (Einhängen von Gefässen mit brennenden Stoffen zum Zweck der Wettercirculation) ist verboten.

§ 60. Auf Stein- und Braunkohlen- sowie Alaunbergwerken ist die Anlage von Wetteröfen oder Wetterherden unter Tage nur gestattet, wenn der ausziehende Schacht vollständig in festem Gestein oder in Mauerung steht.

§ 61. Auf jedem Steinkohlenbergwerke sind, so lange sich schlagende Wetter nicht gezeigt haben, mindestens zwei brauchbare Sicherheitslampen vorräthig zu halten.

§ 62. Der Betriebsführer hat das erste Auftreten schlagender Wetter sofort dem Revierbeamten anzuzeigen.

§ 63. Die auf Bergwerken mit schlagenden Wettern zu beobachtenden besondern Massregeln werden durch besondere Verordnungen von dem Oberbergamte vorgeschrieben werden.

§ 64. Es ist verboten, in Grubenräumen, die nicht durch Tageslicht oder fest angebrachte Beleuchtung erhellt werden, ohne Grubenlicht zu fahren.

§ 65. In unterirdischen Grubenräumen muss, soweit nicht durch besondere Verordnung (§ 63) etwas Anderes bestimmt wird, jeder Arbeiter und Aufsichtsbeamte ein Feuerzeug zum Anzünden des Grubenlichts bei sich führen.

VI. Häuerarbeiten. a) Schiessarbeit. 1. Allgemeine Vorschriften. §. 66. Jeder Aufbewahrungsraum für Sprengstoffvorräthe ist so zu verschliessen, dass derselbe von Unbefugten nicht ohne Anwendung von Gewalt geöffnet werden kann. An der Aussenseite des Verschlusses sind in leicht erkennbarer Weise die Worte: „Warnung! Sprengmittel!“ anzubringen.

§ 67. Die Aufbewahrungsräume der Sprengstoffvorräthe über Tage müssen von bewohnten Räumen, Eisenbahnen, Chausseen und Communalwegen mindestens 150 Meter entfernt sein. Aufbewahrungsräume unter Tage müssen von den nächsten Fahr- oder Förderstrecken und Schächten mindestens 50 Meter entfernt und seitlich der Zugangsstrecken hergestellt sein. Sind sie zur Aufnahme von Dynamit oder andern aus Sprengöl dargestellten Sprengstoffen bestimmt, so darf ihre Temperatur nicht unter +8° C. (+6½° R.) und nicht über 50° C. (40° R.) betragen.

§ 68. Zündhütchen und sonstige Zündstoffe dürfen weder unverschlossen, noch in denselben Räumen mit den Sprengstoffen aufbewahrt werden.

§ 69. Räume, in denen Sprengstoffe aufbewahrt werden, dürfen nicht mit offenem Lichte betreten werden. Das Tabakrauchen in denselben ist untersagt.

§ 70. Sprengstoffe dürfen in der Kauenstube weder aufbewahrt noch in die Nähe offener Feuer, geheizter Herde oder Oefen gebracht werden.

§ 71. Die Sprengmaterialien (Spreng- und Zündstoffe) müssen in einer angemessenen Entfernung vom Arbeitspuncte an einem sicheren und trocknen Orte aufbewahrt werden.

§ 72. Beim Fertigen der Patronen, beim Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher ist das Tabakrauchen verboten.

§ 73. Vor dem Anzünden eines jeden Schusses ist den in der Nähe befindlichen Arbeitern durch den lauten Ruf: „es brennt!“ Kenntniss zu geben.

§ 74. Der Betriebsführer hat in angemessener Entfernung von den Orten, wo geschossen wird, eine Stelle anzuweisen und nöthigenfalls herzurichten, an welcher die Arbeiter vor den Wirkungen der Schüsse gesichert sind.

§ 75. Beim Versagen eines Schusses darf der Ort nicht vor Ablauf von 10 Minuten nach dem Anzünden betreten werden.

§ 76. Das Ausbohren oder Wegthun von Schüssen, welche einmal versagt haben, ist untersagt. Bei Anwendung von Sprengölpräparaten ist auch das Tieferbohren stehen gebliebener Pfeifen verboten.

§ 77. In jeder Kameradschaft, welche Schiessarbeit betreibt, muss mindestens ein Häuer (Kameradschaftsführer, Ortsältester, Drittelführer u. s. w.) sich befinden, der mit dieser Arbeit vollkommen vertraut und zuverlässig, und welcher in der Arbeiterliste ausdrücklich als solcher zu bezeichnen ist. Ihm liegt die Verpflichtung ob, die Ausführung der für die Schiessarbeit bestehenden Vorschriften zu überwachen und es haben die übrigen Mitarbeiter seinen Befehlen unweigerlich Folge zu leisten.

Ausserdem gelten noch folgende Vorschriften:

2. Beim Gebrauch von Sprengölpräparaten. § 78. Die Verwendung reinen Sprengöls auf den Bergwerken ist verboten.

§ 79. Die Anschaffung von Dynamit und andern Sprengölpräparaten ist nur den Bergwerksbesitzern oder deren Beauftragten gestattet. Sie dürfen diese Stoffe nur von dem Fabricanten oder von polizeilich concessionirten und überwachten Niederlagen kaufen. Dem Revierbeamten ist auf Verlangen der Nachweis hierüber zu führen.

§ 80. Diese Stoffe dürfen nicht anders als in Patronen bezogen werden. Eine Umarbeitung der letztern darf nur unter Aufsicht eines vom Betriebsführer hierzu bestimmten Aufsehers und nur in Räumen erfolgen, welche mit andern Grubengebäuden nicht im Zusammenhange stehen.

§ 81. Sprengölpräparate dürfen nur in den von der Fabrik gelieferten Behältnissen aufbewahrt werden.

§ 82. Gefrorene Sprengölpräparate dürfen nicht mit festen Körpern bearbeitet und nicht zum Sprengen gebraucht werden; sie sind in diesem Zustande nicht auszugeben, sondern vorher aufzuthauen. Das Aufthauen darf nur in Gefässen mit lauwarmem Wasser geschehen, in welchem die Sprengstoffe mit letzterem nicht in Berührung treten (Nobel'scher Topf). Um ein Gefrieren der Patronen nach der Ausgabe zu vermeiden, sind dieselben von dem Arbeiter unter der Kleidung dicht am Körper zu tragen.

§ 83. Sprengölpräparate, welche sich zu zersetzen beginnen (was durch stechenden Geruch oder Entwicklung rothbrauner Dämpfe zu erkennen ist), dürfen zur Schiessarbeit nicht verwendet werden. Sie müssen unter Aufsicht eines Grubenbeamten oder Aufsehers im offenen Feuer verbrannt werden.

§ 84. Behältnisse, welche zur Aufbewahrung von Sprengölpräparaten gedient haben, müssen sofort nach ihrer Entleerung im offenen Feuer im Freien unter Aufsicht verbrannt werden.

§ 85. Sprengölpräparate dürfen nicht mit festen oder leicht explodirbaren und feuergefährlichen Stoffen gleichzeitig in demselben Fördergefässe transportirt

werden. Sie dürfen auf letzterem nur in verschlossenen, mit lockeren Massen (Sägespänen, Heu, Stroh u. s. w.) ausgefütterten Holzkästen bewegt werden. Die Förderung der Sprengölpräparate im Schachte darf nicht ohne vorherige Benachrichtigung des Maschinenwärters und des Anschlägers im Füllorte erfolgen. Ersterer darf nicht schnell fördern und das Fördergefäss nicht hart aufsetzen lassen: letzterer muss dasselbe von der Förderschale vorsichtig abziehen und darf die Sprengstoffe nur von den dazu bestimmten Personen aus den Gefässen entnehmen lassen.

§ 86. Die Verausgabung dieser Stoffe darf nur durch Steiger oder andere technische Aufseher an die Kameradschaftsführer (§ 77) erfolgen. Keinem derselben darf mehr als der Bedarf der Kameradschaft für eine Schicht übergeben werden.

§ 87. Die in einer Schicht nicht zur Verwendung gekommenen Sprengstoffe und die zum Transport derselben benutzten Behältnisse müssen nach der Schicht dem ausgebenden Beamten zurückgegeben werden.

§ 88. Die (Schlag-) Zündpatronen dürfen nicht in Vorrath gehalten werden, sondern müssen erst vor ihrer unmittelbaren Verwendung durch Einbringung der mit dem Zündhütchen versehenen Zündschnur fertig gestellt werden.

§ 89. Das Fertigstellen der Bohrlöcher zum Wegthun durch Einführung der Schlagpatrone und das Wegthun der Schüsse selbst darf nur durch die dazu bestimmten Personen (§§ 77 und 86) erfolgen.

3. Beim Gebrauch des gewöhnlichen Sprengpulvers und der diesem in den Eigenschaften ähnlichen Sprengstoffe. § 90. Gewöhnliches Sprengpulver und diesem in den Eigenschaften ähnliche Sprengstoffe müssen in einem mit festem Verschlusse versehenen ledernen Beutel oder in einer verschlossenen metallenen Büchse mitgeführt werden. Ebenso sind die zu dieser Schiessarbeit erforderlichen Zündstoffe (Zündhalme, Raketchen u. s w.) in Büchsen oder Kapseln zu verwahren.

§ 91. Das Schiessen ohne Patronen ist verboten: zu letztern darf nur entweder gut geleimtes Papier oder ein anderer solcher Stoff, der nicht fortglimmt, verwendet werden.

§ 92. Als Besatzmaterial sind nur Lettennudeln oder milde Gesteinsarten, welche keine Funken reissen, zu benutzen.

§ 93 Die Anwendung eiserner Schiess- oder Räumnadeln ist unbedingt untersagt, ebenso die Anwendung von Zündschwamm oder faulem Holz zur Entzündung des Zündstoffs.

§ 94. Bereits besetzte, aber erst später anzuzündende Bohrlöcher sind durch hölzerne Pflöcke, welche in die Räumnadellöcher gesteckt und mit Letten verstrichen werden, zu sichern.

b) Sonstige Arbeiten. § 95. Das Unterschrämen rolliger Massen im Tagebau ist verboten.

§ 96. Bei allen Schrämarbeiten müssen die verschrämten Stösse durch Verspreizung oder durch Stehenlassen kleiner Pfeiler im Schrame hinreichend gegen ein vorzeitiges Niedergehen gesichert werden. In Tagebauen, woselbst sich diese Sicherheitsmassregeln nicht ausführen lassen, muss während des Schrämens ein zuverlässiger Mann angestellt werden, der von oben beobachtet, ob „es aufmacht“ oder sich sonst Anzeichen bemerken lassen, dass nicht ferner geschrämt werden darf. Auf seinen Warnungsruf haben die Arbeiter die unterschrämte Strosse sofort zu verlassen.

§ 97. Auf den unterirdischen Kohlenbergwerken darf das Rauben der Zimmerung und das Werfen eines Bruches nur unter Aufsicht und Leitung eines Grubenbeamten oder eines zuverlässigen, mit dieser Arbeit vertrauten Häuers ausgeführt werden.

VII. Maschinen. § 98. Alle Arbeiter, welche ihre Beschäftigung in die Nähe umgehender Maschinentheile führt, dürfen nur solche Kleider tragen, deren Theile sich dem Körper eng anschliessen.

§ 99. Die gehenden Maschinentheile sind, soweit sich in ihrer Nähe Menschen bewegen müssen, mit einer Vergitterung derartig zu umgeben, dass durch sie eine Verunglückung ohne Verschulden des Betroffenen nicht herbeigeführt werden kann.

§ 100. Der unbefugte Zutritt in die Kesselhäuser und Maschinenräume ist verboten. An den Eingangsthüren der betreffenden Räume ist eine Warnungstafel anzuschlagen.

VIII Arbeiter. § 101. Bei Arbeiten unter Tage dürfen weibliche Arbeiter nicht beschäftigt werden.

§ 102. Vor vollendetem sechzehnten Lebensjahre dürfen jugendliche Arbeiter weder mit Haspelziehen, noch mit Karrenlaufen auf ansteigenden Bahnen beschäftigt werden.

§ 103. In der Häuerarbeit unerfahrene Arbeiter dürfen bei dieser nicht allein angelegt werden.

§ 104. Auf jedem in Betrieb befindlichen Bergwerke müssen Einrichtungen bestehen, welche es ermöglichen, die auf derselben angefahrene Mannschaft nach Zahl und Person jederzeit genau zu ermitteln. Der Vertreter des Bergwerks hat die Art dieser Einrichtung und die zur Handhabung derselben erforderlichen Pflichten der Grubenbeamten und Arbeiter mittels Aushanges in der Zechenstube öffentlich bekannt zu machen.

§ 105. Die Grubenbeamten und Arbeiter sind verpflichtet, die Vorschriften der in § 104 bezeichneten Bekanntmachung genau zu befolgen.

§ 106. Jeder belegte Arbeitspunct (beim Kupferschieferbergbau jeder Strebflügel) muss in jeder Schicht mindestens einmal von einem Aufsichtsbeamten befahren werden. Bei Arbeitspuncten, an welchen nur ein Mann arbeitet, ist Vorsorge zu treffen, dass ausserdem mindestens einmal in der Schicht Jemand nach ihm sieht.

§ 107. Auf jeder selbstständig für sich betriebenen Anlage eines Bergwerks muss eine heizbare, der Stärke der Belegschaft entsprechend grosse Kauenstube vorhanden sein, in der sich die Arbeiter ausruhen und ankleiden können.

§ 108. Ein die §§ 3, 15, 19, 20, 25, 32, 33, 34, 37, 46, 47, 51, 52, 53, 56, 58, 64–107 einschliesslich, 114, 120 und 123 umfassender Auszug dieser Polizei-Verordnung ist in der Kauenstube auszuhängen und überdies mindestens vierteljährlich einmal durch Vorlesen zur Kenntniss der Belegschaft zu bringen. Auf Braunkohlen- und Alaunbergwerken können die §§ 66—94 einschliesslich von dem Vorlesen ausgeschlossen werden.

IX. Markscheiderwesen. § 109. Die Markscheiderarbeiten dürfen, soweit die Ausführung derselben nicht durch die Berggesetzgebung ausdrücklich auch den Feldmessern gestattet ist, nur von Personen verrichtet werden, welche nach vorgängiger Prüfung als Markscheider von einem Preuss. Oberbergamte concessionirt worden sind.

§ 110. Die concessionirten Markscheider sind dafür verantwortlich, dass die auf Ausführung der Markscheiderarbeiten bezüglichen Bestimmungen der Allgemeinen Vorschriften des Handelsministers für die Markscheider im Preussischen Staate vom 21. December 1871 und unsere Geschäfts-Anweisung für die concessionirten Markscheider vom 15. August 1872, sowie die künftig darüber ergehenden Vorschriften beachtet werden.

§ 111. Für jedes Bergwerk ist eine Orientirungslinie von einem angemessen zu wählenden und zu fixirenden Standpuncte aus durch Kirchthürme oder ähnliche unverrückbare Gegenstände festzulegen. Der Vertreter des Bergwerks ist für Ausführung dieser Bestimmung verantwortlich. Mit Genehmigung des Oberbergamtes kann eine solche Orientirungslinie auch für eine Gruppe von Bergwerken Gültigkeit haben.

§ 112. Der Betriebsführer ist für die Erhaltung und nöthigenfalls Neufestlegung der Festpuncte dieser Orientirungslinie verantwortlich. Ist eine Gruppe von Bergwerken nur im Besitze einer Orientirungslinie, so ist derjenige Betriebsführer, in dessen Grubenfeld die Festpuncte der Orientirungslinie sich befinden, für Erhaltung derselben verantwortlich.

§ 113. Der Betriebsführer ist für Erhaltung der von dem Markscheider bei seinen Zügen unter und über Tage geschlagenen Zeichen verantwortlich.

§ 114. Das Verrücken und Beschädigen von Markscheiderzeichen ist verboten.

§ 115. Die regelmässige Nachtragung der Grubenbilder muss erfolgen: a) bei unterirdisch bauenden Erzbergwerken mit einer jährlichen Förderung von weniger als 60,000 Centner und bei allen Bergwerken mit Tagebau in Zeitabschnitten von längstens drei Jahren, b) bei Stein- und Braunkohlen- sowie Alaunbergwerken mit einer jährlichen Förderung von weniger als 60,000 Hectoliter und bei allen Steinsalzbergwerken in Zeitabschnitten von längstens zwei Jahren, c) bei allen übrigen Bergwerken in Zeitabschnitten von längstens einem Jahre. Bei jeder Nachtragung muss auch das amtliche Exemplar des Grubenbildes nachgetragen werden.

§ 116 Die Aufnahme der Baue und die Nachtragung beider Exemplare des Grubenbildes hat sich stets über das ganze Grubengebäude bis zu den dermaligen Orts- und Betriebspuncten, sowie über die ganze im Bereiche des Baufeldes gelegene Tagessituation auszudehnen.

§ 117. Unverzüglich und unabhängig von den im § 15 für die Nachtragung der Grubenbilder festgesetzten Fristen müssen 1) alle Gebäude (die einzelnen Wohnhäuser mit Bezeichnung des Namens des derzeitigen Besitzers), alle Wasserläufe und Wasserbehälter, alle Eisenbahnen, Chausseen, Communal- und andere grössere Wege, welche im Bereiche des Baufeldes belegen sind, 2) alle Gegenstände der

Tagessituation, zu deren Schutz besondere polizeiliche Anordnungen zu treffen sind, 3) alle Betriebspuncte, bei deren Fortgang der Durchbruch von Standwassern oder bösen Wettern u. s. w. oder der Eintritt einer ähnlichen Gefahr bezüglich der im § 196 des allgemeinen Berggesetztes bezeichneten Gegenstände zu besorgen ist, 4) alle Markscheiden, sowie alle durch Polizei-Verordnungen oder durch besondere Anordnung bestimmte Bau- und Sicherheitspfeiler-Grenzen auf das Grubenbild und zwar, soweit dies thunlich, auf die sämmtlichen Grundrisse und Profile aufgetragen werden.

§ 118 Alle Betriebe, mit denen voraussichtlich Sicherheitspfeiler-Grenzen angefahren oder alte Baue und Wassersäcke gelöst werden sollen, dürfen nur nach markscheiderischer Angabe aufgefahren werden.

§ 119. Wenn auf einem Bergwerke der Betrieb vorläufig oder definitiv eingestellt wird, so muss jedesmal vorher die vollständige Nachtragung der beiden Exemplare des Grubenbildes erfolgen. Der Vertreter des Bergwerks ist für Ausführung dieser Bestimmung verantwortlich.

X. Schlussbestimmungen. § 120. Niemand darf die zur Sicherheit der Baue und des Lebens der Arbeiter, sowie zum Schutz der Oberfläche, insbesondere die zur Wetterversorgung, zur Erleuchtung, zum Signalisiren und Bremsen getroffenen Einrichtungen beschädigen oder solche ohne ausdrückliche Anweisung oder Erlaubniss des Betriebsführers oder seines Stellvertreters abändern, versetzen oder unbrauchbar machen.

§ 121. Die gegenwärtige Verordnung tritt am 1. Januar 1874 in Kraft. Mit diesem Zeitpuncte treten die sämmtlichen für den ganzen Oberbergamtsbezirk oder für Theile desselben gültigen Bergpolizei-Verordnungen ausser Kraft. Die für einzelne Bergwerke ergangenen bergpolizeilichen Bestimmungen und Anordnungen bleiben hiervon unberührt.

§ 122. Zur Ausführung der in den §§ 39, 40 Absatz 2, 41, 42, 48, 67 und 111 vorgeschriebenen Einrichtungen wird die Frist von einem Jahre, vom Tage des Inkrafttretens dieser Verordnung ab gerechnet, bewilligt.

§ 123. Uebertretungen der gegenwärtigen Verordnung werden, sofern nicht in Folge anderer /strafgesetzlicher Vorschriften höhere Strafen verwirkt sind, auf Grund des § 208 des Gesetzes vom 24. Juni 1865 mit Geldbusse bis zu fünfzig Thalern bestraft. Für die Ausführung der nach derselben auf dem Bergwerke zu treffenden sicherheitspolizeilichen Einrichtungen und betrieblichen Vorschriften ist sofern darin nicht anders bestimmt ist, nach § 76 des Allgemeinen Berggesetzes insbesondere der Betriebsführer verantwortlich, wegen Uebertretung der übrigen Vorschriften aber jeder Zuwiderhandelnde strafbar.

Halle, 15. Juli 1874.

Königliches Oberbergamt.

Es ist hier noch eines Umstandes zu erwähnen, der für die Anwohner der Kohlenbergwerke sehr belästigend werden kann. Der Haldenbrand auf Kohlenzechen hat nämlich insofern ein sanitätspolizeiliches Interesse, als die Halden oft ein Terrain von 30 Morgen bedecken: sie bestehen aus Kohlenschiefer und Berggestein, welche beim Gewinn der Kohle ausgebrochen werden. Die in denselben befindlichen Kohlentheile reichen hin, um das ganze Gestein in's Glühen zu bringen. Stösst man in eine brennende Halde, so stellt sie sich wie ein glühender Haufen von Brennmaterial dar; es bildet sich ein unangenehmer Geruch wie beim Brande der Ziegelöfen, der sich weit ausdehnen kann. Schweflige Säure ist meist wegen des beigemengten Schwefelkieses vorhanden. Im Innern der Halden bilden sich oft die Producte der unvollkommenen Verbrennung (Kohlenoxyd) und dringen dann durch Risse und Spalten aus; selbst die Producte der trocknen Destillation können entstehen und zwar in den Spalten und Löchern bei gänzlichem Abschluss der atmosphärischen Luft. Es treten dann die dem Leuchtgase verwandten Kohlenwasserstoffe auf, welche durch Spalten und Risse ihren Ausgang in die Keller der benachbarten Wohnungen finden können. Unglücksfälle, die mit dem Tode endigen, können um so eher eintreten, je näher sie den Halden liegen: letztere dürfen daher nur mit Rücksicht auf die schon bestehenden Häuser ausgedehnt werden, während die Concession zur Neuanlage von Häusern zu beschränken und nur mit Rücksicht auf die vorhandenen Verhältnisse zu ertheilen ist, was mit Strenge zu beachten ist, da die Neigung bekanntlich vorwaltet, sich in der Nähe von Halden nach Massgabe des neu entstandenen Geschäftsbetriebes anzubauen.

Den Haldenbrand durch gestampften Lehm zu ersticken, hat sein Bedenken, da die Gase sich dann leichter unterirdisch ausdehnen; das beste Mittel besteht in der Herstellung eines raschen Luftzuges, in der Anlage von Canälen zum Durch-

strömen der Luft und in der Errichtung eines mit diesen in Verbindung zu setzenden hohen Kamins, um die Gase und Dämpfe den höhern Luftschichten zuzuleiten.

16) Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenk., 1. Bd., S. 154, 1854.

17) Die sehr interessanten Verhandlungen über diesen Gegenstand finden sich in folgenden Schriften:

Kuborn: Rapport sur l'enquête faite au nom de l'Académie royale de médecine en Belgique, par la commission chargée d'étudier la question de l'emploi des femmes dans les travaux souterrains des mines. Bullet. d'Acad. de méd. de Belg. No. 10, 1868.

— Discussion de rapport de la commission, qui a été chargée de l'examen des questions relatives à l'admission des femmes dans les travaux souterrains. Bullet. de l'Acad. de méd. de Belg. No. 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 1869.

Die materiellen Interessen haben bisher noch über die Gründe der Wissenschaft den Sieg davongetragen.

Man hat bisher die Frauen und Mädchen in Belgischen Bergwerken 1) zum Schleppen der Kohlen oder Steine (traînage), 2) zum Ausfüllen von Löchern während der Nacht (remblayage des tailles), 3) zum Schaufeln (montage) der abgebauten Kohlen auf die Streckenbahn, 4) zum Zügeln oder Bremsen (maniement des freins), 5) zum Haspeln (manoeuvre des treuils), 6) zur Pumpenbedienung und 7) zur Ventilation bei den Vorrichtungsarbeiten benutzt.

In ähnlicher Weise werden Kinder von 12—16 Jahren beschäftigt, namentlich für die drei zuerst genannten Arbeiten.

Auch in England gebraucht man diese noch zum Wagenschmieren, Bremsen, Weichenstellen und Zugführen beim Wagentransport. Zum Schleppen werden jetzt dort vorzugsweise Pony's verwendet.

Es sind oft genug und in drastischen Farben die üblen Folgen bei den frühen Anstrengungen jugendlicher Personen in Bergwerken geschildert worden. Hemmung der Entwicklung und frühzeitige Erschöpfung der Lebenskräfte begründen ein frühes Siechthum, während durch die Frauenarbeit das Familienleben in jeder Beziehung auf die nachtheiligste Weise beeinflusst wird.

18) Schirmer: Die Krankheiten der Bergleute in den Grünberger Braunkohlengruben. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med., X. Bd. 2. Heft, 1856.

19) Rachel: Quem vim fodinae carbonum fossilium in valetudinem et vitam operariorum exterant Dissert. inaug., Berol. 1867. Jahresber. 1867, S. 556.

20) Kuhborn: Du role pathogénique des poussières charbonneuses dans les organes respiratoires des ouvriers mineurs. Bullet. de l'Acad. de médec. de Belgique, No. 1, 4. 1864.

Boëns: Note sur la valeur des crachats noirs et sur les effets de la poussière chez les houilleurs. Ibid. No. 11, 1862.

21) Es ist eine unzweifelhafte Thatsache, dass man bei manchen Kohlenarbeitern Anthracosis pulmonum erst durch die Section entdeckt, die während des Lebens keine Symptome eines Lungenleidens dargeboten haben, ein Beweis, dass unter den verschiedenen Staubarten der Kohlenstaub unter Umständen die Lungen wenig lädirt, so dass man beträchtliche Einlagerungen desselben antrifft, ohne dass sich immer Gewebsstörungen damit verbinden. Wenn man diese Thatsache auch nicht als Regel aufstellen kann, so ist dadurch doch ausser Frage gestellt, dass bei den Staubinhalationskrankheiten die Art des Staubes den höhern oder geringern Grad der Gefährlichkeit bedingt (s. Siderosis, Chalicosis pulmonum). Je nach der Ausdehnung der Anthracosis finden sich die Kohlentheilchen entweder spärlich oder massenhaft in allen Theilen, in den Bronchien, Alveolen, im Parenchym der Lungen und selbst in den Bronchialdrüsen. Die Ausstossung der fremden Partikelchen erfolgt um so weniger, je mehr die Flimmerbewegung auf der Bronchialschleimhaut sich verringert und der durch die Kohle bewirkte Reiz nicht mehr empfunden wird.

Die Kohlenpartikelchen geben sich als dunkelschwarze Körnchen von verschiedener Dimension oder als Plättchen von unregelmässiger, meist polygonaler Gestalt zu erkennen. Sie vermögen zweifelsohne in die Wand der Lungen-Alveolen und in das interstitielle Gewebe zu dringen; theils bleiben sie hier liegen, theils finden sie durch die Lymphgefässe einen Weg nach den Bronchialdrüsen. Auch bei bedeutenden Depots der Kohle vermisst man meistens Verdichtungen des interstitiellen Gewebes oder entzündliche Processe, wodurch sich wiederum ganz besonders die weniger schädliche Wirkung des Kohlenstaubes documentirt, während bekanntlich Kiesel-, Eisenstaub u. s. w. leicht zu Ulcerationen, Verdichtungen, Tuberculose oder Phthise führen. Fast alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass der Kohlenstaub bei Tuberculose sogar günstig wirke.

Nur höchst selten kommen als die höchsten Grade der Anthracosis Lungen-

cavernen vor, welche Seltmann (Arch. f. klin. Med. 3. Heft, 1866) in sächsischen Kohlengruben bei Arbeitern höhern Alters theils für sich, theils mit Miliartuberkeln, bedeutendem Lungenemphysem und Herzleiden complicirt angetroffen hat. Schon Brockmann (die metallurg. Krankh. des Oberharzes. Osterode 1851) hat ähnliche Zustände beschrieben, die bei englischen, belgischen und französischen Kohlenarbeitern ebenfalls in den letzten Stadien der Anthracosis beobachtet worden sind. Diese Cavernen können entweder als die Folgen einer circumscripten Pneumonie oder, was jedenfalls weit häufiger ist und näher liegt, als ein theilweiser Mortificationsprocess des Lungengewebes aufgefasst werden. Für letztern spricht auch die Beschaffenheit der Wände solcher Cavernen, da sie stets ungleich, oft buchtig, wie zernagt, mit Parenchymfetzen und oblitirirten Gefässen bedeckt erscheinen. Der Inhalt der Cavernen ist meistens eine dintenartige Flüssigkeit, welcher selten Eiter beigemischt ist. Das Parenchym der Umgebung ist lufthaltig oder luftleer, viel seltner aber verdichtet. Schon das Vorkommen dieses Processes im höhern Alter spricht dafür, dass eine geraume Zeit zur Ausbildung desselben gehört.

Dass sich übrigens auch in jüngern Jahren unter Umständen Miliartuberkeln zur Anthracosis gesellen können, beweist der von Leuthold aus der Traube'schen Klinik mitgetheilte Fall (Berl. klin. Wochenschr. 1866, No. 3).

Namentlich haben die Untersuchungen von Traube (Deutsche Klinik No. 49, 50, 1860) und Zenker (Deutsches Archiv f. klin. Medic., Bd. 1, S. 116) den positiven Beweis geliefert, dass die Kohlenpartikelchen nicht nur in das interstitielle Lungenparenchym, sondern auch in die Bronchialdrüsen gelangen können.

Speciell zu erwähnen sind noch: Villaret: Cas rare d'Anthracosis. Paris 1862, sowie eine Beobachtung von Mannkopf aus der Frerichs'schen Klinik (Berl. klin. Wochenschr. No. 8, 1864).

Rosenthal, M.: Untersuchungen und Beobachtungen über Einwirkung pulverförmiger Substanzen auf den menschlichen Organismus. Jahresber. der Gesellsch. der Aerzte in Wien, XI. S. 97—112, 1866.

Kussmaul, A.: Die Aschenbestandtheile der Lungen- und Bronchialdrüsen nach Analysen von Dr. C. W. Schmidt. Archiv f. klin. Med., II., S. 89—115, 1866.

Slavjansky: Experimentelle Beiträge zur Pneumoconiosenlehre. Virchow's Arch. III., 2. 1869.

Ueber die Krankheiten der Kohlengrubenarbeiter handeln:

Küpper: Krankheiten und Gefahren, welche den Bergmann in den Steinkohlengruben betreffen. Rhein.-westphäl. Corresp.-Bl. No. 17—22, 1845.

Cox, W. J.: Krankheiten der Kohlenarbeiter und ihre Ursachen. Journ. of publ. health, March 1857.

Fossion: Bericht über die Krankheiten der Arbeiter in den Steinkohlengruben. Bullet. de l'Acad. de méd. de Belgique, 8. 1859.

Marten: Die Schädlichkeiten und Krankheiten, denen die Kohlengrubenarbeiter ausgesetzt sind. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med., XVI. Bd., 2. Heft, S. 264, 1859.

Ueber die Statistik der Brustaffectionen bei Kohlengrubenarbeitern vgl. man Hirt: Die Staubinhalationskrankheiten, Breslau 1871, S. 151.

Ueber die Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in den Bergwerken von Cornwallis schrieb Barham (Brit. Med. Journ, Oct. 21., S. 480, 1871). Er fand bei 83 Bergleuten 54, welche an Miner's Asthma litten. Er bestätigt die Thatsache, dass es sich selten um Tuberculose bei den Grubenarbeitern handelt.

Fast alle Beobachter stimmen aber darin überein, dass Rheumatismen, entzündliche Krankheiten, Katarrhe und Digestionsleiden mit Ernährungsstörungen bei den Kohlengrubenarbeitern vorwalten.

22) Layet, Alexandre: Hygiene des professions et des industries. Paris 1875, S. 347, Art. Houilleurs.

Die Ursachen der schlimmern Fälle, die in England und namentlich in Belgien beobachtet worden sind, dürften zweifacher Art sein: erstens hängt es sehr von der Natur und Beschaffenheit der Kohle ab, ob sich mehr oder weniger Staub entwickelt; so ist die Kohle namentlich in dem rheinisch-westphälischen Gebiete fester und härter, sie erzeugt daher weniger den feinen Staub wie die belgische Kohle. Zweitens kommt es sehr auf den Bau der Strecken an, ob sie die hinreichende Höhe haben und das Stehen der Arbeiter gestatten, während diese überall viel eher den Staub inhaliren müssen, wo sie knieend oder sogar liegend die Arbeit verrichten.

23) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 276.

24) Kein Stand ist wohl mehr den verschiedensten Unglücksfällen ausgesetzt als der der Bergleute. Genauere Angaben über die Ereignisse in den englischen Kohlengruben finden sich in den Annal. des mines 1864 und 1868; die Zeitschrift für Hüttenkunde berichtet regelmässig über die auf preussischen Kohlengruben vor-

gekommenen Unglücksfälle. Fracturen der Extremitäten und des Schädels sind unter den Verletzungen am häufigsten. Ueber Todesfälle in Kohlengruben s. Sanit. Record, III., Dec. 1875.

25) Keckeis (Wiener Wochenschr. No. 35 u. 36. 1860) hat eine ausführliche Beschreibung der Folgen bei Explosionen schlagender Wetter geliefert

In Bezug auf die äussern Verhältnisse sind namentlich die bessern Wohnungs-Verhältnisse der Bergleute hervorzuheben. Man vgl.: Die Einrichtungen zum Besten der Arbeiter auf den Bergwerken Preussens. 1. Bd. 1875, 2. Bd. 1876. Berlin bei Ernst & Korn. Die Herausgabe erfolgt im Auftrage des Handelsministeriums.

Im 2. Bande finden sich in ausführlicher Weise durch Abbildungen die Anstalten zur Kranken- und Gesundheitspflege, die Anstalten zur Invaliden-, Wittwen- und Waisenversorgung anschaulich gemacht. Auch einzelne bergmännische Colonien, Bergarbeiterhäuser, Schlafhäuser und Speiseanstalten, Bade- und Waschanstalten, die namentlich in Westphalen, in der Rheinprovinz, am Harz und in der Provinz Brandenburg errichtet worden sind, finden hier eine ausführliche Beschreibung. Ebenso sind die Einrichtungen zur Hebung des geistigen Wohls: Schulhäuser, Betsäle, Industrie- und Kleinkinderschulen, Fröbel'sche Kindergärten, ein Lese-, Unterrichts- und Vereinigungshaus in Saarbrücken, ein Gesellschafts- und Vergnügungshaus nebst Consumverein auf der Zeche Hannibal bei Dahlhausen vertreten.

Wer die Special-Studien verfolgen will, hat hier eine reiche Fundquelle und gewinnt die Ueberzeugung, dass die segensreichsten Anfänge für geistige und körperliche Hebung der Arbeiterclasse schon eine kräftige Grundlage gewonnen haben.

26) Hiltrop in der Zeitschr. des Königl. statist. Bureau's, 4—6, 1869.

27) Ausland 1867, S. 864.

28) So ereignete sich im März 1868 in Belgien bei Charleroi auf einem mit fetten Steinkohlen beladenen Schiffe ein solcher Fall. Die Frau des Schiffers versuchte in der Cajüte Morgens früh mit einem Streichhölzchen Licht zu machen, hatte aber kaum eine Flamme damit erzielt, als die Cajüte durch eine Explosion auseinanderflog und kein Nagel an derselben sitzen blieb. Das Gesicht der Frau war eine Brandwunde, jedoch blieben die Augen erhalten: ein kleiner Sohn in der Cajüte erhielt eine grosse Verbrennung am Beine: beide wurden wieder hergestellt.

Zweifelsohne hatten sich die von den Steinkohlen ausgehauchten und aus dem Schiffsraume ausgetretenen Gase Nachts in der dicht verschlossenen Kammer stark angesammelt und am Feuer des Streichhölzchens entzündet. Von eingeschlossenen Räumen, in denen fette Steinkohlen lagern, hat man daher Licht und Feuer entfernt zu halten.

Nach den Untersuchungen von Ernst v. Meyer (Journ. f. prakt. Chemie, Bd. V, S. 407) sind in einigen englischen Steinkohlen bis zu 89,61 % Grubengase enthalten, während das Maximum der Kohlensäure 20,8% beträgt, der Stickstoffgehalt von 9,61 – 85,65 und der Sauerstoffgehalt zwischen 0,19 – 5,65 schwankt.

Beim Transporte der Steinkohlen auf Seeschiffen tritt der unangenehme Umstand ein, dass der Kohlenstaub nicht nur die Schiffsmannschaft belästigt und ihren Körper mit Staub bedeckt, sondern auch die Nahrungsmittel sind vor demselben kaum zu schützen, so dass in den amerikanischen Seestädten, namentlich in Kingston in Jamaica, die Ansicht verbreitet ist, dass die Hautthätigkeit der Matrosen dadurch gestört und die Verdaulichkeit der Speisen beeinträchtigt würden. Manche Aerzte versteigen sich zu der nicht begründeten Ansicht, dass die Entstehung des gelben Fiebers auf Kohlenschiffen begünstigt würde. Es ist hieraus wenigstens ersichtlich, dass der Aufenthalt auf solchen Schiffen mit nachtheiligen Einflüssen verbunden sein kann, deren Ursachen aber nur in den bereits erörterten Verhältnissen zu suchen sind.

29) Fälle sind bekannt geworden, in denen die Nichtbeachtung dieser Vorsicht grosses Unglück veranlasst hat. Landleute, welche frische Holzkohlen in die Stadt gebracht und in einem kellerartigen Gewölbe abgelagert hatten, konnten an demselben Tage nicht wieder nach Hause zurückkehren: sie schlugen deshalb aus Sparsamkeit in diesem Lagerraum ihr Nachtquartier auf. Am andern Morgen fand man in Folge des aus den Holzkohlen ausgetretenen Kohlenoxyds 2 Menschen und 1 Pferd todt.

Experimentell kann nachgewiesen werden, dass sogar Holzkohlen, die längere Zeit an der Luft gelagert hatten, noch Kohlenoxyd abgeben können. So wurde ein Glaskolben vom Umfange einer starken Faust mit zerstossenen Buchholzkohlen, die schon längere Zeit an der Luft gelagert hatten, angefüllt und erwärmt. Die austretenden Gase wurden in den kleinen Zinkkasten geleitet, in welchem sich eine Taube befand. Nach 16 Min. steigt zunächst die Respiration, die Taube hockt zusammen und verfällt in die heftigsten Convulsionen. 2 Min. hernach wird

die Taube in einem asphyktischen Zustande herausgenommen, aus welchem sie sich nach 4 M. erholt.

Eine Analyse der Gase ergab einen Gehalt von 90% Kohlensäure und 10% Kohlenoxyd nebst Spuren von Stickstoff.

Eine andere Portion Kohle wurde in einem graduirten Rohre mit kochendem Wasser behandelt, wodurch hauptsächlich die Kohlensäure, weniger das Kohlenoxyd ausgetrieben wurde 1 Kubikzoll Kohle ergab 1.25 Kubikzoll Gas bei 0° und 28"Z. Barometerstand: die mit kochendem Wasser behandelte Holzkohle ist jedoch noch nicht gasfrei, sondern enthält noch Kohlenoxyd. Wird nämlich eine solche Kohle bei gelinder Wärme getrocknet und dann in einer Retorte bei Luftabschluss erwärmt, so tritt reines Kohlenoxyd auf. Ganz ähnlich verhält sich das Beinschwarz und die Thierkohle.

30) Compt rend. 18. Nov 1865.

31) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 108.

32) Im Steinkohlendampf kann unter gewöhnlichen Verhältnissen niemals Schwefelwasserstoff vorkommen. Wenn Siebenhaar dies annimmt (Siebenhaar und Lehmann. Die Kohlendunstvergiftung, Dresden 1858), so ist diese Auffassung nach den thatsächlichen Verhältnissen zu modificiren.

33) Ueber den Arsengehalt der Steinkohlen vergl. man Bädeker in Pappenheim's Beiträgen u. s. w., 4. Heft, 1862, S. 52.

34) Friedberg (Die Vergiftung durch Kohlendunst, Berlin 1866, S 92–100) beschreibt einen solchen Fall.

35) Griesinger's Arch. f. Psychiatrie, 1. Bd. 2. Heft, S. 263.

36) Virchow's Arch., 32. Bd., S. 471–517, 1865.

37) Gesammelte Abhandl. No. 2, S. 449. Berlin 1871.

38) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 137.

39) Philos. Magaz., Vol. 28, Nov. 1864, p. 391.
Hübner's Zeitschr. f. Chemie, 1865, I. 43–47. Centralbl. f. d. medic. Wissensch., No 15, 1865.

40) Eulenberg's Lehre u. s. w., p. 51 u. 52 Verf. hat hier zuerst die Ansicht, dass Kohlenoxyd keine chemische Verbindung mit dem Blute im gewöhnlichen Sinne des Wortes eingehe, durch das Experiment erhärtet Das deutlich vor Augen liegende Ergebniss wurde aber als irrthümlich bezeichnet, bis der Physiologe Donders dasselbe zur Geltung brachte.

41) Donders: Der Chemismus der Athmung ein Dissociationsprocess. Pflüger's Arch. f. Phys., V. Bd, S. 24.

42) Zuntz, eod. loc. 5. Bd. S. 584.
Gamgee im Journ. of anat. and phys., II. Bd., p. 372. Jahresber. 1867, S. 446.

43) Hünefeld: Die Blutprobe vor Gericht und das Kohlenoxyd-Blut in Bezug auf die Asphyxie durch Kohlendunst. Leipzig 1875.
H. übersieht, dass im Leuchtgase neben Kohlenoxyd auch Acetylen selten fehlt und wie dieses eine Reaction auf Palladiumchlorür ausübt.
Jäderholm, Axel: Die gerichtlich-medicinische Diagnose der Kohlenoxydvergiftung. Deutsche Original-Ausg. Mit einem Vorworte von Husemann. Berlin 1876. Eine gründliche, auf Experimenten beruhende Untersuchung.

44) Virchow's Arch, 30. Bd., S. 555.

45) Eulenberg: Ueber die forensische Bedeutung des eingetrockneten Kohlenoxyd-Blutes. Berl. klin. Wochenschr. No. 22, 1866.

46) Hoppe-Seyler in Virchow's Arch, XIII. Bd. S. 104.

47) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 47.

48) Verhandlungen der Berl. medic. Gesellsch., 3. Heft 1867, S. 301 Deutsche Klinik No. 14, 1867.
Hüter: Ein durch Transfusion geheilter schwerer Fall von Kohlenoxydvergiftung. Berl. klin. Wochenschr. No. 28, 1870.

49) Decaisne (Gaz. des hôp. No 26, 1868) behandelte eine arme, aus 5 Personen bestehende Familie, welche ein 5 Meter langes, 4 Meter breites und niedriges Zimmer bewohnte. Dieses wurde fast immer von einem bis zum Rothglühen erhitzten Ofen erwärmt. Vater und Mutter klagten schon seit einigen Tagen über Kopfschmerz und Schwindel, die Frau hatte auch einigemale gebrochen, während die beiden Kinder an Betäubung, brennendem Kopfe, Ohrensausen und Prostation der Kräfte litten. Die Stube wurde unter Darreichung der entsprechenden Mittel gelüftet. Zehn Tage später, als die Leute den Rath des Arztes, den Ofen nicht mehr zum Glühen zu erhitzen, nicht befolgt hatten, constatirte Decaisne die entschiedensten Typhus-Symptome: Bauchschmerz, Diarrhoe, Meteorismus u. s. w. Die Kranken genasen zwar, aber die Reconvalescenz war sehr langwierig.

Auch dieser Fall wird häufig als Beweis dafür angeführt, dass Kohlenoxyd durch einen glühenden Ofen diffundire. Kohlendunst mag hier immerhin eingewirkt haben, da bekanntlich eine chronische Kohlendunstvergiftung typhöse Krankheitserscheinungen vorzutäuschen vermag, jedenfalls war aber ihre Ursache irgend anderswo und nicht in dem glühenden Ofen zu suchen.

50) St. Claire Deville (Compt. rend., 56. u. 57. Bd., p. 729 resp. 965, 1863) hat über das Zerfallen der Kohlensäure folgenden Versuch angestellt: Wenn er reine Kohlensäure mit einer Geschwindigkeit von 783 Liter in der Stunde durch eine auf etwa 1300° erhitzte, mit Porcellanstücken gefüllte Porcellanröhre leitete, so bekam er ein Gasgemisch, das nicht vollständig von Kalilauge absorbirbar war. Von diesen 783 Liter, welche gleich 7830 C.-C. sind, erhielt er pro Stunde im Maximum 30 C.-C. eines Gases, von welchem dem Volumen nach in 100 Vol.-Th. enthalten waren: 30 O, 62,3 CO und 7,7 N. Somit gaben 7830 C.-C. Kohlensäure in einer Stunde nur 0,8 Volumprocent Kohlenoxyd und zwar unter den günstigsten Verhältnissen, die gewiss nicht bei einem glühenden Ofen vorkommen können. Man bedenkt ferner nicht, dass Kohlensäure nur bei Gegenwart vieler bis zur Hellrothgluth erhitzter Kohlen zu Kohlenoxyd reducirt werden kann; ebenso muss das Eisen nicht bis zur Dunkelrothhitze, sondern stets bis zur Hellrothgluth erhitzt werden, ehe es für Kohlenoxyd durchlässig wird. Es ist daher unerklärlich, dass man einer Erscheinung, die nur unter ganz andern Verhältnissen möglich ist, mit dem Auftreten intensiver Krankheitsprocesse in ursächliche Verbindung bringt. Morin (Compt. rend. 66. No. 2, 1868) hat zur Verbreitung der letztern Ansicht beigetragen. Boissière (Compt. rend. LXVI. No. 8, 1868) und Coulier (Jahresb. I. 453, 1868) bestreiten dagegen ebenfalls die Möglichkeit des Durchdringens von Kohlenoxyd durch einen glühenden eisernen Ofen. Immerhin hat man das Glühendwerden der Oefen zu verhüten, da beim Ablagern von organischem Staube mehr oder weniger Kohlenoxyd als Verbrennungsproduct auftreten kann. Oefen mit Chamottebekleidung oder solche, welche namentlich rund um den Feuerkasten mit zahlreichen aufgegossenen Rippen versehen sind, gestatten ein Glühendwerden nicht.

51) Nöggerath, Max, in der Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenk., III. Bd., S. 193, 1856.

52) Annal. f. Chem. u. Pharmac., 5. Suppl.-Bd., 236. 1868.

53) Radziejewski (Arch. f. path. Anat., 53. Bd., S. 370) glaubte in dieser Verbindung ein Anaestheticum zu entdecken. Wir gingen von derselben Auffassung aus und stellten hauptsächlich zur Feststellung derselben die Versuche an. Unrichtig ist jedenfalls die Ansicht von Schwalbe (Beiträge zur Kenntniss der Malariakrankheiten, Zürich 1869), dass Kohlenoxysulfid zu den Gasarten gehöre, welche bei Malaria auftreten.

54) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 58.

55) Ueber den Kohlensäuregehalt in Schulen sind schon viele Untersuchungen angestellt worden.
Oertel: Ueber die Anhäufung der Kohlensäure in der Luft bewohnter Räume (Kunst- u. Gewerbeblatt d. polyt. Vereins f. d. Königr. Bayern, VIII. u. IX. Heft 1869, S. 450) liefert folgende Uebersicht. Als Normalmass wurden 1,0—1,5 Vol.-Th. Kohlensäure auf 1000 Vol.-Th. angenommen (Andere nehmen 0,2 Volumprocente = 2,0 auf 1000 Vol.-Th. an). Es ergab sich:

in zwei Krankenhäusern	1,432 2,323
in einem Gebärhause	2,236
in zwei Pfründneranstalten	2,263 3,070
in zwei Polizeigefängnissen	3,346 2,612
in Strafhäusern	1,316 1,864
in der Protest. Schule	4,101 5,677
in der Waisenschule	2,006
in zwei Gymnasien	2,295 5,583
in zwei Casernen	2,784 4,958
in zwei andern Casernen	3,621 4,297
in der Hauptwache	5,366
in Privatwohnungen	1,560.

Pettenkofer (München) fand

in einem Wohnzimmer . . .	0,0600	Kohlensäure	in	Vol.-Proc.
in einem vollen Auditorium .	0,32	„	„	„
in einem Kneipzimmer . . .	0,49	„	„	„
in einem stark gefüllten Schulzimmer	0,72	„	„	„

Roscoe (London):

in einem Casernenzimmer . .	0,12—0,14	„	„	„
in einem Schulzimmer . . .	0,24—0,33	„	„	„
in einem gefüllten Theater . .	0,264—0,321	„	„	„

Breiting (Basel):

in einem mit 64 Kindern besetzten Schulzimmer im Mittel	0,592	„	„	„

Dorner (Hamburg):

in einer Mädchenschule mit 37 Kindern	0,1303—0,5051	„	„	„

56) Traube: Gesammelte Abhandlungen zur Phys. und Pathol., I. S. 336.

57) Gasometrische Unters., Braunschweig 1857, S. 89.

58) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 306.

Schwefelammonium kann in unterirdischen Gewölben nur auftreten, wenn der Fäulnissprocess noch nicht vollendet ist. So kann sich auch beim Auswerfen von Gräbern auf einem Kirchhofe, wenn derselbe noch viele unzersetzte Leichname enthält, Schwefelammonium entwickeln. Man vgl. Guérard in Annal. d'hyg. publ., T. 23, 1840.

Fälle dieser Art gehören jedoch zu den grössten Seltenheiten und können nur bei gänzlich vernachlässigtem Begräbnissturnus vorkommen.

59) v. Gorup-Besanez im Journ. f. Gasbeleuchtung 1867, S. 401. Arch. d. Pharm., 1868, 185. Bd., 3. Heft, S. 265.

60) Phöbus: Der typische Frühsommer-Katarrh od. das sog. Heufieber. Giessen 1862. Binz in Virchow's Arch., 46. Bd., p. 100. Berl. klin. Wochenschr. 1869, S. 135. Lühe im Deutschen Arch. f. klin. Med, 14. Bd., S. 426, 1874.

Pirrie, W.: On hayasthma, hayfever or summerfever. Medic. Times and Gaz., Juli 6, 1867.

61) Es schliesst sich hier eine Verbindung an, welche Zeise 1822 zuerst dargestellt und Xanthogensäure des Aethyls, Aethyloxyd-Sulfocarbonat genannt hat: man kann ihr die Formel $C_2H_5OH + CS_2 = C_3H_6OS_2$ geben. Sie wird dargestellt, indem man Tinct. Kalina mit Schwefelkohlenstoff zusammenbringt, das auskrystallisirte Kalisalz durch Umkrystallisiren reinigt und dann mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure zerlegt. Die ölig abgeschiedene Säure wird durch einen Scheidetrichter von der Salzlösung getrennt. Die farblose Flüssigkeit riecht stark und unangenehm, schmeckt schwach sauer und nachher bittersüss; sie brennt mit blauer Farbe und zerlegt sich, bis 24° erwärmt, bei Gegenwart von Wasser in Alkohol und H_2S.

Man hat das betreffende Kupfersalz als gelbe Malerfarbe in Vorschlag gebracht; wegen seiner leichten Zersetzbarkeit empfiehlt es sich aber nicht.

Es wurden folgende Versuche mit der Xanthogensäure gemacht: 1) Die Dämpfe wurden aus 15 Grm. trocknem, xanthogensaurem Kalium entwickelt und durch eine Vorlage mit Kautschuk und Bleiacetat behufs Absorption von Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff in die Glasglocke geleitet, in welcher ein mittelgrosses Kaninchen sass. Sogleich grosse Unruhe, Thränen der Augen, nach 5 M. Schwanken, Zittern des ganzen Körpers, nach 9 M. convulsivische Zuckungen, bisweilen Aufschreien und dann Zusammensinken. Nach 15 M Herausnahme des Thieres. Pupille erweitert, unzählbarer Herzschlag, erschwerte Respiration und fehlende Reaction bei äussern Reizen. Nach 12 M. kehrt die Empfindlichkeit der Augen zuerst zurück, dann Niesen nach 19 M., allmähliges Erheben des Kopfes und nach 30 M. noch Unfähigkeit sich zu erheben. Häufig zeigt sich noch Zittern, bis nach 1 Stunde die Restitution vollständig ist.

2) Ein Tropfen der Säure wurde mit Wasser vermischt in die Glocke geblasen, in welcher eine Taube sass. Sofort Blinzeln mit den Augen, Unruhe, Bauchlage, nach 6 M. Hinfallen auf die Seite bei angestrengter Respiration. Nach 8 M. herausgenommen, zeigt sie beschleunigte Athmung, sie taumelt und fällt oft hin, bleibt dann auf dem Bauche liegen, schüttelt sich heftig und macht nach 5 M. nur langsame Gehversuche.

Die Xanthogensäure wirkt stark reizend auf die Schleimhäute ein und führt einen anästhetischen Zustand herbei, welcher nebst den übrigen Symptomen lebhaft an Schwefelkohlenstoff erinnert.

Die Verbindung: Kaliumsulfocarbonat (sulfocarbonsaures Kalium, Schwefelkohlenstoff-Schwefelkalium) CS_3K_2 hat durch Dumas als Mittel gegen die Reblaus (Phylloxera) eine grosse Wichtigkeit erlangt Man streut das Salz auf den Erdboden um die Reben; wird es durch den Regen den Wurzeln zugeführt, so tödtet es die hauptsächlich an der Wurzel sitzende Reblaus. Da sich hierbei aber auch der für die Pflanzen schädliche Schwefelwasserstoff entwickelt, so haben Zöller und Grete (Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. 1875, p. 802, 955) xanthogensaures Kalium $CS_2.C_2H_5OK$ empfohlen, welches in wässriger Lösung nur Schwefelkohlenstoff entwickelt. Noch billger stellt sich das Amylxanthogenat $C_6H_{11}KOS_2$ (xanthamylsaures Kalium), welches man erhält, wenn man concentrirte Kalilauge mit Amylalkohol statt mit Alkohol schüttelt und Schwefelkohlenstoff zumischt (s. S. 446). Wird das Salz für sich oder noch besser mit Superphosphat dem Boden zugeführt, so entwickelt es ebenfalls bei vorhandener Feuchtigkeit Schwefelkohlenstoff.

62) Delpech: Mémoire sur les accidents, que développe chez les ouvrières en cautch. l'inhal. du sulfure de carb. en vapeur. Paris 1856.
L'Union méd. No. 66 1856.
Tavera, de l'intoxication par le sulfure de carbone. Paris 1865.
Tavera beobachtete einen Fall von anhaltender Sehstörung mit beginnender Atrophie des N. opticus, der nach unserer Ansicht nicht mit Schwefelkohlenstoff-Vergiftung zusammenhängt.
Gallard: L'Union méd. No. 22, 23, 24, 1866.
Bergeron und Levy (Gaz. de hôpit. No. 111, 1864) heben besonders eine vollständige Anästhesie der Cornea als Wirkung des Schwefelkohlenstoffs hervor.
Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 393 u. 532.

63) Bernhardt (Berl. klin. Wochenschr. No. 2 1871) beobachtete die Krankheit bei einem 22jährigen Mädchen, die seit 6 Wochen in einer Kautschukfabrik gearbeitet hatte. Ausser der Gedächtnissschwäche und den Digestionsstörungen fand er an allen Stellen der Haut Anästhesie und Analgasie. Nach dem Verschwinden der Anästhesie trat das bei Thieren charakteristische Zittern und Vibriren im Körper ein, welches nach 2 Tagen wieder aufhörte.

64) Flies (Berliner klinische Wochenschrift No. 32, 1866) hat diesen Fall ausführlich beschrieben.

65) Otto Braun im Amtl. Ber. der Wiener Ausstellung, S. 267, 16. Heft.

66) Compt. rend., 63. Bd., p. 85.

67) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins des Herzogth. Braunschweig, 1865, p. 3.

68) Zweifelsohne ist der unangenehme Geruch des Schwefelkohlenstoffs von dem ihm anhaftenden Schwefelwasserstoff abhängig. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die verschiedenen Angaben über die physiologische Wirkung des Schwefelkohlenstoffs nicht selten mit der Wirkung der Reste von Schwefelwasserstoff in Verbindung stehen.

69) Braun, l. c., liefert die genauere Beschreibung seines Apparates.
Ausführlich sind die verschiedenen Apparate in Payen's Lehrb. d. techn. Chemie (deutsche Ausg.) I. Bd. S. 157 mitgetheilt.

Methylverbindungen (S. 368—397).

1) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 18.
Richardson in Med. Times and Gaz., Sept. and Oct. 1871. On the physiol. action of the org. hydrides.

2) Med. Times and Gaz., Oct. 19. p. 423, Nov. 2. p. 429, 1867.

3) Holländer in der Berl. klin. Wochenschr. No. 49, 1867, No. 11, 1868.
Tourdes und Hepp (in Gaz. de Strassb. p. 25, 1868) wollen convulsivische Erschütterungen bei der Anwendung dieses Mittels gefunden haben. Es ist hier stets die Frage erlaubt, ob das Präparat rein gewesen; dasselbe soll beim Anzünden rasch erloschen sein; reines Methylenchlorid verbrennt aber nur mittels eines Dochtes und zwar mit grün gesäumter und Salzsäure verbreitender Flamme. Es wird auch vielfältig Methyl-Bichlorid, Chloromethyl, genannt. Bei Menschen soll die Narcose stets am Kopfe beginnen und erst später der übrige Körper anästhetisch werden.
Das Mittel hat durchaus keinen Vorzug vor dem Chloroform (cf. Nussbaum, Handb. d. allgem. u. spec. Chirurg., redig. von Pitha und Billroth, Bd. 1, St. 2, S. 584).
Die Gefahr aller Anaesthetica liegt nach Nussbaum darin, dass die im Excitationsstadium erzeugte Muskelspannung oft die Luftwege ganz verschliesst oder dass die Lähmung der Gefühls- und Bewegungsnerven sich auf die Muskeln des

Herzens und der Respiration ausdehnt. Das Unglück ist stets die Folge einer unvorsichtigen oder unglücklichen Steigerung der beabsichtigten normalen Wirkung. Spencer Wells (Diseases of the ovaries. London 1872, S. 339) will nur ausnahmsweise beim Methylenchlorid Würgen, Brechen und Katzenjammer beobachtet haben.

Sänger (Berl. klin. Wochenschr. No. 38, 1874) fand Würgen und Erbrechen gleich oft bei Chloroform und Methylenchlorid; er rühmt letzteres mehr als Anaestheticum, weniger als Narcoticum.

4) Brit. med. Journ., Sept. 16. 1871.
Ferner eod. loc., Oct. 23., p. 456, 1869, ein Fall, in welchem selbst bei sorgfältiger Anwendung der Tod eintrat.

5) Sabarth: Das Chloroform. Würzburg 1866.

6) M. vgl. Rabuteau: Note sur trois anaesthétiques nouveaux, le bromoform, le bromal et l'jodal (Gaz. hebdom. No. 43, p. 681, 1869, Jahresber. 1869, I. 345); er beobachtete eine kurze Narcose, die er als eine der Chloroformwirkung ähnliche beschreibt.

7) Smith im Lancet, June 1867. Jahresber. I., p. 455, 1867.

8) Brit. med. Journ., Sept., p. 206, 1867.

9) eod. loc., Juni 15., p. 685, 1867. Jahresber. I., p. 455, 1867.

10) Med. Times, Dec. 1866. Jahresber. 1866, p. 318.

11) Pulmonary consumption succesfully treated with naphta. London 1845.
In England pflegt man alle Flüssigkeiten, welche sich durch Flüchtigkeit und Brennbarkeit charakterisiren, im Allgemeinen als Naphta zu bezeichnen.

12) Dingler's Journ. CCIII. p. 191.

13) In Wittstein's Vierteljahrsschr. XX. 3. S. 429 sind die bezüglichen Untersuchungen von Karsten mitgetheilt.

14) Frank in der Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med., IX. Bd., p. 179, 1868.
Mit Recht macht Frank darauf aufmerksam, dass das Vorkommen der Schaumbläschen im Lungenparenchym nicht als ein zufälliges oder vereinzeltes Symptom der Blausäurevergiftung zu betrachten ist.
In Betreff der Ekchymosen vergl. man:
Siegel im Archiv für Heilkunde, IX. Bd., p. 332, 1868. Arch. gener., Mai, p. 529, 1868.

15) Man vergl. Gaethgens's Unters. über mit Blausäure behandeltes Blut in Bezug auf Sauerstoffaufnahme, Sauerstoffabgabe und Kohlensäurebildung in Hoppe-Seyler's med.-chem. Unters., 3. Heft, p. 325.
Eine Eigenthümlichkeit beim Sectionsbefunde besteht namentlich in der Umwandlung der Blutfarbe an der Luft; alles Blut, welches zuerst braunroth oder selbst dunkelroth erscheint, geht alsbald in eine auffallende helle Kirschröthe über. Nur in denjenigen Fällen, in denen grosse Mengen der Blausäure eingewirkt haben, zeigt das Blut sofort bei der Section eine Röthe, die dem Kohlenoxydblut sehr ähnlich ist.
conf. Eulenberg: Die Lehre u. s. w., p. 49. In Betreff der Aminbasen siehe
Selige, A.: Einige Versuche über Trimethylamin. Diss. inaug., Göttingen 1875.
Gaethgens: Ueber die Wirkung des Neurins und Trimethylamins. Dorpater med. Zeitschr. IV. 2. p. 185.
Buchheim, E.: De trimethylamino aliisque ejusdem generis corporibus. Dorpat 1854.
Kussmaul: Verhandl. d. Heidelb. Naturf. Ver. 1857, 18. Dujardin-Beaumetz, S. 857, No. 12.
Die verschiedenen Aminbasen zeigen im Allgemeinen bei subcutaner Application und Injection in die Gefässe eine dem Ammoniumcarbonat ähnliche Wirkung.

16) Nach Preyer (Die Blausäure, I. Th., Bonn 1868, p. 35—79) erfolgt der Tod durch Blausäure in der Weise, dass eine Lähmung des N. vagus und des respiratorischen Centralorgans und weiterhin in Folge der aufgehobenen Respiration Lähmung des Herzens eintrete.
Nach Knie (Arch. f. experiment. Pathol., II. 129) zeichnet sich Blausäure vorzüglich durch die Wirkung auf das centrale Nervensystem aus: aus dieser Quelle entsprängen die Störungen der Respiration und Circulation; der N. vagus sei hierbei nicht betheiligt und das Atropin kein Gegengift.
Köllicker (Virchow's Arch., 10. Bd. p. 272) schloss aus Versuchen an Fröschen, dass die Blausäure zuerst das Gehirn und dann das Rückenmark lähme.
Rabuteau et Massul im Journ. de Pharm. et Chim., Avril 1872, p. 311.

17) Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. zu Basel, IV. Bd. S. 767.
Buchner's Repert. XVI. Bd., p. 605, 1867.
Voit (Zeitschr. f. Biol., 10. Bd., S. 364, 1868) erkennt zwar die Reaction als Reagens an, dieselbe lasse aber unter gewöhnlichen Verhältnissen schon nach 3 Tagen nach.

18) Greiner in Dingler's polyt. Journ., 192. Bd., p. 167, 1869.
Lelaigne im Journ. pharm. p. 107, 1868.
19) Aerztl. Intelligenzbl. p. 135, 1872.
20) In der Schering'schen chemischen Fabrik zu Berlin besorgt ein Arbeiter schon über 10 Jahre lang diese Fabrication und ist während dieser Zeit noch niemals erkrankt.
21) van der Weyde in Philad. med. and surg. Reporter XVIII. No. 6. p. 116, 1868. Schmidt's Jahrb. 1868 p. 164.
22) Nach Taylor's Ausspruch (Die Gifte, in deutscher Uebersetzung von Seydeler. Cöln 1863, p. 207) soll Cyansilber noch nicht Anlass zu Vergiftungen gegeben haben, obgleich er dasselbe doch für eine schädliche Substanz erklärt. Nunneley will dagegen durch Versuche an Thieren gefunden haben, dass es ebenso wie Blausäure wirke, nur in schwächerem Grade (Prov. Transact. N. S. 3. 86).
23) Manche Autoren behaupten, dass Quecksilbercyanid mehr die Symptome der Quecksilberwirkung entfalte. Pelikan setzt es jedoch in die Reihe von Cyankalium und Cyanammonium. Auch Bernard (sur les substances toxiques, Paris 1857, p. 66—103) nimmt an, dass es bei der innern Aufnahme durch den sauern Magensaft zersetzt werde und wie Blausäure wirke. Wird es erhitzt, so lässt es Cyan fahren und zeigt dann sicher alle Wirkungen der Blausäure. Auch die Untersuchungen von Tolmatscheff (Einige Bemerkungen über die Wirkung von Cyanquecksilber in Hoppe-Seyler's med.-chem. Unters., 2. Heft, p. 279) sprechen dafür, dass es wie Blausäure wirkt.
24) Dies Verfahren beruht auf der Bildung von Ferricyanwasserstoffsäure, welche sich in ähnlicher Weise wie Ferrocyanwasserstoffsäure (s. S. 387 u. 388) zersetzt und zwar so, dass Blausäure frei wird und Eisencyanürcyanid (Berlinerblau) auf der Faser zurückbleibt und von der Oxalsäure gelöst wird. Die Bildung des sog. Bleu de France beruht ebenfalls nur auf der Zersetzung der Ferro- oder Ferricyanwasserstoffsäure an der Luft. Man gebraucht dazu keine Beize, sondern zieht die Zeuge durch eine Auflösung von Ferro- oder Ferricyankalium, Alaun und Schwefelsäure in Wasser und setzt sie der atmosphärischen Luft oder dem Dampfbade aus.
Besonders wird die Seide auf diese Weise gefärbt; bei der Wolle gebraucht man mehr das gewöhnliche im Texte angegebene Verfahren.
Ueber Blutlaugenfabrication und Berlinerblau-Darstellung vgl. man Fleck: Die Fabrication chem. Producte aus thier. Abfällen, p. 6 u. 53.
25) Eulenberg's Lehre u. s. w., p. 467.
26) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1868, p. 649.
27) Schlieper in den Annal. der Pharmac. u. Chemie, 59. Bd. 1. Heft.
Guckelberger, eod. loc. 54. Bd. p. 39.
Keller, eod. loc. 72. Bd. p. 91.
28) Husemann (Handb. der Toxikol. p. 714) führt an, dass Cyanmethyl nach Pelikan's Experimenten erst in Dosen von 1 Grm. und darüber Convulsionen und Tod herbeiführten. Die Dämpfe dieser Verbindung wirken jedenfalls schon in geringer Concentration tödtlich ein.
29) Knallsilber wird in ähnlicher Weise wie Knallquecksilber dargestellt und besitzt auch fast dieselben Eigenschaften. Beim Filtriren und Trocknen ist namentlich wegen der sehr grossen Explosivität die grösste Vorsicht nöthig. Beim Umrühren benutze man nur Stäbe von Holz und beim Aufnehmen des getrockneten Pulvers nur Kartenblätter. Bei einer Erhitzung von 130° tritt Explosion ein. Bisher wird es nur in Knallbonbons benutzt und in sehr geringer Menge auf einem Pergamentstreifen befestigt, der mittels eines andern, mit rauher Fläche versehenen Streifens beim Auseinanderziehen gerieben wird, wodurch die Explosion entsteht.
30) v. Meyer, Eduard: Die Explosivkörper und die Feuerwerkerei. Braunschweig 1874, p. 88.
31) Sulfocyansäure verhält sich ziemlich ähnlich wie Sulfocyankalium; erst grössere Gaben erzeugen Symptome von Blausäurevergiftung. In der Cyangruppe sind diese beiden Körper am wenigsten giftig, natürlich Ferrocyan ausgenommen, bei welchem von einer giftigen Beschaffenheit gar nicht die Rede sein kann.
32) Dubreuil et Legros (Compt. rend., T. 64, p. 1256, 1867) behaupten, dass subcutane Injectionen von Sulfocyankalium bei Thieren eine locale Paralyse der Muskeln, später tonische, mit klonischen untermischte Krämpfe erzeugen, die auch bei directer Application auf das Gehirn entständen. Die Einbringung grosser Gaben in den tract. intestin. rufe allgemeine Paralyse und letale tetanische Erscheinungen hervor.

Nach Setschenow (Virchow's Arch., 14. Bd. p. 356, 1858) verfallen auch Frösche in tetanische, seltener in klonische Bewegungen.

33) Deutsch. Arch. f klin. Medic., 1. Bd. 2. Heft 1865.

34) Schmidt und Chomal (Moleschott's Unters. VI. 122) behaupten, das Kakodylsäure und Kakodyloxyd nur locale Reizungen hervorrufen. Nach Lebahn (Dissert. inaug, Rostock 1868. Jahresber. 1868, I. 316) starben Kaninchen nach subcutanen Injectionen von 0,5—0,75 Grm. der Säure binnen 23 resp. 29 Stunden. Alle Erscheinungen (Muskelschwäche, Unempfindlichkeit der Pupille, Diarrhoe) deuten auf die Aehnlichkeit der Wirkung mit der von Arsen hin; man kann aber annehmen, dass Arsen wenigstens um das Dreifache stärker einwirkt.

35) Unter den antimonhaltigen Derivaten ist noch Trimethylstibin $(CH_3)_3Sb$ zu erwähnen.

36) Edwards, G. N., in St. Barthol. Hosp. Rep. I. 141, II. 211. Schmidt's Jahrb. 1866, p. 27. Jahresber. von Wiggers, Göttingen 1867.

Aethylverbindungen (S. 398—430).

1) Richardson in Med. Times and Gaz., Sept. 27, 30, Oct. 7. 1871.

2) Nunneley, Edinb. med. and surg. Journ., Oct. 1849.

3) Liebreich und v. Langenbeck in Berl. klin. Wochenschr. No. 31, 33, 1870. Steffen (eod. loc. No. 6 1872) hält bei Kindern 3—4 Grm. behufs Hervorrufung der Narcose für ausreichend.

4) Die vielfachen Untersuchungen, welche in neuerer Zeit über die physiologische Wirkung des Alkohols angestellt worden sind, können hier nicht in extenso verfolgt werden. Man vergl.:
Lallemand, Perrin et Duroy: Du rôle de l'alcohol et des anaesthétiques dans l'organisme. Paris 1860.
Schulinus im Arch. f. Heilk., p. 97, 1866.
Suleynski: Ueber die Wirkung des Alkohols, Chloroforms und Aethers auf den thier. Organismus, Dorpat 1866.
Bouvier, Cuny: Alkoholstudien. Centralbl. f. d. med. Wissensch. No. 51, p. 801. — Pharmakolog. Studien über den Alkohol. Berlin 1872.
Die abkühlende Wirkung von Alkohol in kleinen Dosen negiren:
Rabow in der Berl. klin. Wochenschr. No. 22 p. 257, 1871.
Obernier, Arch. f. d. ges. Physiol., II. 494.
Es ist wohl unzweifelhaft, dass der aufgenommene Alkohol nicht bloss im Blute, sondern auch in den Geweben und Organen, namentlich im Gehirn und in der Leber, vertheilt ist. Seine Umwandlung in Aldehyd resp. Essigsäure erfolgt keineswegs so schnell, wie man bisher angenommen hatte.
Die Wirkungen, welche Alkohol im Organismus auf die Nervencentren ausübt, gehören ihm als solchem an und treten nur weniger intensiv auf als bei den ihm verwandten Mitteln, wie Aether und die Aethylverbindungen.
Die Verlangsamung des Stoffwechsels durch Alkohol, namentlich die verminderte Ausscheidung von Kohlensäure und Harnstoff, hat schon Vierordt (Physiol. der Athmung, Carlsruhe 1845) nachgewiesen.
In Bezug auf chronischen Alkoholismus ist auf Magn. Huss: Chronische Alkoholskrankheit u. s. w. zu verweisen.
Vorherrschend ist beim Leichenbefunde bekanntlich die fettige Degeneration der Muskeln, namentlich des Herzmuskels und der Leber. Die Ausdehnungen der Gefässe in den Häuten führen dann schliesslich auch zur Exsudation, zur Pachymeningitis. Ruge, Virchow's Arch. 49. Bd. p. 252.
Ebstein (eod. loc. 55. Bd. p. 469, 1872) fand Ekchymosen und hämorrhagische Erosionen in der Magenschleimhaut.
Man vergl. noch:
Heinrich: Ein seltner Leichenbefund bei Alkoholvergiftung. Vierteljahrsschrift IX. Bd. p. 359, 1868.
Mitscherlich: Todesfall durch Alkoholvergiftung. Virchow's Arch. Bd. 38 2. Heft S. 309, 1867.

5) Die Kunsthefe wird besonders in Brennereien, seltner in Bierbrauereien in grösserem Massstabe dargestellt und zwar mittels besonderer Flüssigkeiten, in denen ein Zusatz der Mutterhefe nur zur Einleitung der Gährung dient. Dies Verfahren hat den Nachtheil, dass die ursprünglich erzeugte Mutterhefe, wenn sie zu lange mit der Luft in Berührung bleibt, leicht zur Essig- und Milchsäurebildung Veranlassung gibt. Die Mutterhefe muss daher sorgfältig vor der Einwirkung der Luft geschützt und behutsam abgekühlt werden, indem man sie in mit Eiswasser gefüllte Gefässe stellt.

Presshefe heisst die durch Pressen von der Hauptmasse ihres Wassers, durch Decantiren und Auswaschen von Verunreinigungen befreite Hefe. Die ausgewaschene Hefe wird noch mit 15—30% Stärke versetzt, in Säcke gefüllt und nochmals gepresst. Die betr. Arbeiter leiden oft an Eingenommenheit des Kopfes.

6) Zum Entfuseln des Branntweins gebraucht man meist Chlorkalk; man muss dabei sehr vorsichtig verfahren, weil sich sonst seine chlorosirende und oxydirende Wirkung auf den Alkohol überträgt. ½—1 p. Mille Zusatz darf nicht überstiegen werden.

Von Salpetersäure ist entschieden abzurathen, weil sie die Gefässe angreift. Die Thierkohle wird wegen ihres hohen Preises leider sehr wenig gebraucht, obgleich sie am besten wirkt.

7) Kuyper hat bei der Section eines Dienstmädchens noch 22 Stunden nach dem Ertrinken im Gehirn Alkohol nachgewiesen, wobei es sich um die Frage handelte, ob die Ertrunkene im berauschten Zustande in's Wasser gekommen war; schon bei der Section war ein deutlicher Geruch nachgewiesen worden. Magen und Mageninhalt wurden mit Natr. carbon. neutralisirt, die Retorte im Wasserbade erhitzt und zunächst 22 C.-C. überdestillirt, welche 14,8 Alkohol enthielten; dann wurden in einem Oelbade bei 120° C. noch 5 Destillate gewonnen. Für 618 C.-C. der gesammten Destillate aus Magen und Mageninhalt berechnet Kuyper 22,1 C.-C. Alkohol.

In gleicher Weise wurde das Gehirn einer 7maligen Destillation unterworfen. Die Gesammtmenge von 7 Destillationen zusammen berechnete sich auf 2,76 C.-C. Es konnten sogar einige Tropfen, die ganz gut brannten, isolirt gesammelt werden.

Um Alkohol im Blute oder in einem Organe nachzuweisen, wird der betreffende Antheil im Chlorcalciumbade vorschriftsmässig abdestillirt und das bei guter Kühlung erhaltene Destillat unter Zusatz von Chlorcalcium sorgfältigst rectificirt. Das zweite Destillat wird nun entweder mit einer mit Schwefelsäure angesäuerten Kaliumchromatlösung der Destillation bei guter Kühlung unterworfen, oder man lässt die Dämpfe des zweiten Destillats ein senkrechtes Rohr passiren, welches mit Bimstein gefüllt ist, der vorher mit einer Chromsäurelösung durchtränkt worden ist. Die Dämpfe werden dann mittels einer guten Kühlung condensirt. In beiden Fällen wird bei Anwesenheit von Alkohol eine aldehydhaltige Flüssigkeit gewonnen, welche nun mit Ammoniak und Silbernitrat bei Erwärmung im Wasserbade den bekannten Silberspiegel liefert.

8) Rawitz (Wiener med. Wochenschr. No. 13, 1866) ist als eifriger Vertheidiger der Aetherisation aufgetreten.

9) Richardson (Brit. and foreign. med. chirg. Rev. 59. p. 259, 1867, Jahresber. I., p. 456, 1867) hält die Wirkung des Aethylnitrits für analog mit der des Amylnitrits. Schon nach der Inhalation von 1 Gran soll es Kopfschmerz, beschleunigten Herzschlag und etwas Cyanose erzeugen. 15 Tropfen, in 1 Cubikfuss Luft verdampft, sollen Thiere sofort tödten, wobei synkoptisches Bewusstsein und Sensibilität bis zum Tode fortdauerten. Der schnelle Eintritt des Todes lässt die Reinheit des Präparats bezweifeln, wie schon aus der angeblichen Wirkung auf das Blut geschlossen werden dürfte. Dagegen ist die Cyanose ein ganz charakteristisches Symptom der Wirkung dieses Gases und beruht in einer Erweiterung der kleinern Venenäste, während beim Amylnitrit eine Erweiterung der kleinen Arterien beobachtet wird (s. Amylnitrit). Gefässektasien sind übrigens schon der Alkoholeinwirkung eigenthümlich, welche bekanntlich im Gesichte alter Säufer auftreten und sich auch durch verschiedene Hämorrhoidalleiden (Blasenhämorrhoiden u. s. w.) kund geben.

10) Lancet, Sept. 28., 1867.

11) Edinb. Journ., Oct. 1847.

12) Liebreich, Oscar: Das Chloralhydrat, ein neues Hypnoticum und Anästheticum, 3. Aufl., Berlin 1871.

Feltz et Ritter (de l'action du chloral sur le sang, Compt. rend. 79. Bd. p. 324 bis 328, 1874) fanden bei Injection von Chlorallösung (1:5) in die Venen der Hunde, dass die Blutkörperchen ihre Elasticität verlieren und das Plasma sich roth färbt. Namentlich bestätigen sie aber, dass das Blut nicht im Stande ist, so viel Sauerstoff aufzunehmen wie in normalen Verhältnissen, grade wie es sich beim Chloroform verhält. In der Exspirationsluft fanden sie Chloral.

Die sehr ausführliche Literatur über Chloralhydrat findet sich in Liebreich's Monographie.

Neuerdings hat man auch Chloralhydrat als antiseptisches Mittel beim Aufbewahren von Fleisch, von Albumin in den Kattundruckereien und von Leimgallerte benutzt. Namentlich soll es sich beim Albumin empfehlen; man

löst zuerst Chlorhydrat auf und bringt das Albumin in diese Lösung. Man geht von der Ansicht aus, dass es nach der Zersetzung in Chloroform und Ameisensäure die beim Beginn der Fäulniss stickstoffhaltiger Substanzen eintretende Alkalescenz neutralisire, während das freiwerdende Chloroform den Sauerstoff abhalte und die Vibrionen tödte.

13) Levinstein in Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 20. Bd. p. 227, 1874.
14) — im Centralbl. f. med. Wissensch.
15) Steinauer in Virchow's Arch., 50. Bd., p. 235, 1870.
Dougall: On Bromatic Hydrate. Glasgow med. Journ., Nov. 1870, p. 34.
16) Rabuteau in Gaz. hebd. de méd. 43, p. 681, 1869. Jahresber. 1., p. 345, 1869.
Bromal und Jodal spalten sich, analog dem Chloral, in alkalischer Lösung in ameisensaures Kalium und in Bromoform resp. Jodoform.
Nach Guyot (Journ. de chim. et méd., Decbr., p. 750, 1871, Jahresber. I. p. 337 1871) erhöht Jodal zunächst die Sensibilität, wirkt dann aber hypnotisch und anästhetisch. Die Restitution ist vollständig. 1—2 Grm. bewirken vollständige Anästhesie, 3—4 Grm. wirken letal; junge Kaninchen können schon durch 2 Grm., Katzen durch 2½ Grm. zu Grunde gehen.
17) Urner, Fr. Alb.: Ueber die Chloressigsäure als Aetzmittel. Dissert. Bonn 1868.
18) Bobrik, l. c.
19) Bei der fabrikmässigen Reinigung des rohen Holzessigs hat man einen neuen kornblauen Farbstoff, Coerulignon, gefunden.
20) Journ. f. prakt. Chemie 1848 No. 11.
21) Cyon, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1866 p. 196—203.
22) Virchow's Arch., 28. Bd. p. 233.
23) Lancet, Sept. 28. 1867.

Propylverbindungen (S. 430—436).

1) Acetonaemie nennt man einen Krankheitszustand, der mit einer spontanen Entwicklung von Aceton im Organismus verbunden sein soll. Man nimmt an, dass sie durch Gährung organischer Stoffe, besonders des Traubenzuckers, entstehe und am spec. Geruche der ausgeathmeten Luft erkennbar sei. Man will Acetonaemie in fieberhaften Krankheiten, bei Blattern, beim Scharlach, Typhus oder auch beim Diabetes, bei organischen und krebsartigen Leiden des Magens beobachtet haben. Im Harne könne sie leicht durch Schwefelsäure und Kochsalz nachgewiesen werden (s. Cantani in Gaz. des hôp. No. 27 1866).
Berti: Un cas d'empoisement par l'acetone chez une diabetique. Centralbl. der med. Wissensch. No. 13, 1875.
Kussmaul hat bereits Versuche mit subcutanen Injectionen von Aceton und den Inhalationen seiner Dämpfe angestellt; er konnte nur Betäubung und keine vollständige Anästhesie damit erzeugen. (Deutsches Archiv f. klin. Medic., 1. Bd.)
In therapeutischer Beziehung vergl. man:
Dr. Christian Aug. Becker: Das Aceton, der geheime Weingeist der Adepten, Spiritus vini Lulliani s. philosophici. 2 Ausg., Mühlhausen 1867.
2) Die Milchsäure löst ähnlich wie Buttersäure die organische Faser auf. Preyer (Centralbl. f. d. medic. Wissensch. No. 35, 1875) hat milchsaures Natrium als Schlafmittel empfohlen. Die betreffenden Prüfungen dieses Mittels hat Mendel angestellt und in der Deutsch. med. Wochenschr. No. 17 1876 mitgetheilt. Lothar Meyer will mit der reinen Milchsäure gleiche Erfolge erzielt haben (Virchow's Arch., 66. Bd. 1. Heft, p. 120).
3) Ueber die physiologische Wirkung des reinen Glycerins sind die Acten noch nicht geschlossen. Auf manche Organismen scheint es wenig oder gar keine Wirkung zu haben, während Versuche an Thieren ergeben haben, dass Glycerin keineswegs zu den indifferenten Körpern gehört. Vorzugsweise scheint sich seine wasserentziehende Eigenschaft geltend zu machen, welche auf die Lebensthätigkeit der in seinen Wirkungskreis fallenden Gewebe nachtheilig einzuwirken vermag. Hiermit mag auch die capilläre Circulationsstörung in Verbindung stehen, welche man nach der äussern Application von Glycerin bei Fröschen beobachtet.
Die Eigenschaft des Glycerins, für die Fäulnisserreger ein tödtliches Gift zu sein, darf nicht unerwähnt bleiben. Mit Glycerin vermischtes Blut hält sich monatelang unverändert, ohne dass sich Monaden oder Mikrokokken in demselben entwickeln.
Saviotti im Centralbl. f. medic. Wissensch. 1870 No 10 p. 148.
Hoppe, Ferdin.: Ueber die physiol. Wirkung des Glycerins nach Versuchen an Fröschen. Inaug.-Dissert. Greifswald 1873.

4) Hermann: Experiment. Toxikologie, p. 277.
Die Inhalation der Dämpfe von Trichlorhydrin soll eine chloroformähnliche Wirkung äussern. Ein Tropfen bewirkt nach Romensky (Arch. f. d. gesammte Physiolog., V., 565) bei Fröschen Verlust der Reflexe; bei Kaninchen erzeugten 0,5—1 Grm. nach 5 M. Schlaf mit Reflexdepression.
5) Cerasi: Ueber die therapeutische Wirkung des Propylamins. (Allgem. medic. Zeitg. No. 56, 1875. The Lond. medic. Record. No. 106, 1875.) Das Mittel ist bekanntlich bei rheumatischen Leiden vielfach empfohlen worden. Es wird von 1 Grm. bis 3 und 5 Grm. in Aq. Menth. pip. 120 Grm, 2stündl. ein Esslöffel voll gereicht. Virchow's Jahresber. 1873, I. 385. Schweiz. Corresp.-Bl. No. 4, p. 99. Berl. klin. Wochenschr. No. 42 1875.

Butylverbindungen (S. 436—439).

1) Butylwasserstoff erzeugt nach Richardson Narcose und Anästhesie und soll bei längerer Einwirkung an Stickstoffoxydul erinnern, da schliesslich Zuckungen eintreten. Med. Times and Gaz., Sept. 23, 30, Oct. 7, 1871.
2) Rabuteau: Ueber die Wirkung des Aethyl-, Butyl- und Amylalkohols. l'Union No. 90, 91, 1870. Schmidt's Jahrb. Bd. 149 p. 263.
3) Deutsche Klinik No. 50 1864.
4) Liebreich, Brit. med. Journ., Dec. 20. 1873. Schmidt's Jahrb. p. 161, 1874.
Bouchut (Gaz. de hôp. 141, 1874) zieht das Crotonchloral dem Chloral vor, weil es weniger scharf und widrig schmecke; er empfiehlt es in allen Fällen, in welchen man die reizende Wirkung des Chlorals auf den Magen zu fürchten habe.
Nach neuern Untersuchungen von Pinner (Berichte d. Deutschen chem. Gesellsch. in Berlin 1875, S. 1561) ist Crotonchloral als Butylchloral $C_4H_5Cl_3O$ aufzufassen.

Amylverbindungen (S. 439—448).

1) Richardson in Med. Times and Gaz., Sept. 23, 30, Oct. 7, 1871.
2) Deutsche Klinik 1857 No. 20.
3) Lancet, 1856, II. No. 26.
4) Gaz. hebdom. 1857, No. 10.
5) Med. Times 1857, 9. May.
6) Richardson beobachtete ebenfalls die anästhesirende Wirkung von Jodamyl. Med. Times 1865, No. 796.
7) Cross: Action de l'alcohol amylique et methyl. sur l'organisme. Thèse. Strassbourg 1863.
8) Rabuteau, l. c.
9) Dr. Robert Pick: Ueber das Amylnitrit und seine therapeutische Anwendung. Berlin 1874.
Filehne (Pflüger's Arch., Bd. 9, p. 470 u. s. w.) sucht zu beweisen, dass bei der Einwirkung von Amylnitrit das Gefässnerven-Centrum ergriffen wird.
Charakteristisch ist die durch Amylnitrit bewirkte Erweiterung der kleinen Arterien und Capillaren, welche sich besonders gut in der Schwimmhaut der Frösche, welche Amylnitrit eingeathmet haben, beobachten lässt (s. Droz in Arch. de physiol. norm. et pathol. 1873, p. 457—504, Centralbl. No. 13, 1874, p. 208).
Die ausführliche Literatur ist in Hermann's experimenteller Toxikologie mitgetheilt.
Das Radical Amyl besitzt überhaupt die Eigenschaft, Congestionen zum Gehirn in Folge von Erschlaffung der Gefässe zu erzeugen.
10) Tröpfelt man ein paar Tropfen der genannten Mischung auf einen kleinen Baumwollpfropfen, den man in ein kleines, aus zwei aufeinander geschraubten Theilen bestehendes und an beiden Köpfchen mit einer nach aussen trichterförmig erweiterten Oeffnung versehenes Büchschen bringt, so kriechen die Insecten, wenn man dasselbe mittels eines Bandes am Halse trägt, hinein und sterben in Folge der Betäubung.
11) conf. die Note 61 S. 362.
Xanthamylsaures Kalium ist gleich dem amylxanthogensauren Kalium und wurde zuerst von O. L. Erdmann und Krutzsch (Journ. f. prakt. Chemie, 36. Bd. p. 4) dargestellt. Es ist zu bemerken, dass die Dämpfe der Xanthogensäure leichter Anästhesie bei den Thieren erzeugen als die der Xanthamylsäure, welche jedenfalls grössere Mengen erfordert, um diese Wirkung hervorzurufen.
12) Dujardin-Beaumetz (Sitzungsber. d. Pariser Acad., Dec. 1873. Centralbl. der med. Wissensch. No. 1 1874. Jahresber. I., p. 385, 1873).

Hexylverbindungen (S. 448–451).

1) Richardson behauptet vom Caprylwasserstoff (Hexylen), dass er in unangenehmer Weise in den Dosen des Chloroforms anästhesirend wirke; das Stadium der Excitation sei lang und oft mit Erbrechen verbunden, die Restitution erfolge aber in 3–4 Minuten (Med. Times and Gaz., Sept. Oct. 1871). Aus der Beschreibung geht nicht deutlich hervor, ob dieser Kohlenwasserstoff zur C_6 oder C_8Gruppe gehört, obgleich nicht daran zu zweifeln ist, dass alle diese Kohlenwasserstoffe theils narcotisirende, theils anästhesirende Wirkungen besitzen.

Firnissindustrie (S. 453–458).

1) Annal. d'hyg. publ. 1871 p. 135
   Zum Lackkochen hat Feichtinger (Bayer. Industrie- u. Gewerbebl. 1872, p. 18, Dingler's polyt. Journ. CCIII. p. 318) eine Einrichtung empfohlen, die in grössern Lederfabriken Englands und Deutschlands eingeführt ist. Ein grösserer Kessel dient zum Kochen des Leinöls und ist nur zu zwei Drittel des Raumes angefüllt. Das Feuer darf den Kessel nur bis zum Stande des Oels in demselben erreichen; seitlich ist er mit einer Schnauze versehen, durch welchen das allenfalls überfliessende Oel in einen zweiten kleinern, etwas tiefer stehenden und nicht geheizten Kessel abfliessen kann. Auf den grossen Kessel kommt während des Kochens ein Hut mit einem Beobachtungsthürchen. Letzterer verlängert sich in ein Rohr, welches die Dämpfe und Gase in einen Kamin ableitet, in welchem ein kleines Feuer aus Holz, Kohle u. s. w. unterhalten wird und zwar zur Verbrennung der Gase und Dämpfe sowie zur Verstärkung des Zuges.
   Zweckmässig würde es sein, in der Ausmündungsstelle des Rohrs in den Kamin ein Eisendrahtnetz oder ein Eisenbündel anzubringen, um das Zurückschlagen der verbrennenden Dämpfe zu verhüten.
   Hier sind auch noch die Wachstuchfabriken zu erwähnen, in denen Lacküberzüge über Zeuge gemacht werden. Bei dieser Industrie ist besonders die Feuergefährlichkeit zu beachten. Die Schmelzkessel dürfen nicht mit dem offenen Feuer in Berührung kommen; es ist überhaupt geboten, dass letzteres von aussen bedient wird. Auch müssen die Kessel geschlossen und mit einem Abzugsrohr in der oben erörterten Weise versehen sein.
   Sowohl das Aufstreichen der Lacke als auch das Trocknen der gestrichenen Zeuge entwickeln sehr unangenehme Gerüche: diese Fabriken dürfen daher in Städten nicht geduldet werden.
   Andés, L. E.: Die Lack- und Firnissfabrication. Wien 1874.

Talgindustrie (S. 458–463).

1) Die Abbildung dieser Vorrichtung findet sich in:
   Eulenberg's Lehre u. s. w., p. 525. Dingler's polyt. Journ. 1861, 2. Februarheft.
   Thransiedereien stehen auf gleicher Stufe mit der Talgschmelzerei, da bei diesen aus dem Fischspeck Thran gewonnen wird. Es sind daher hier dieselben Vorsichtsmassregeln erforderlich.
2) Nach diesem Princip haben Lookwood und Everett einen Apparat zum Talgschmelzen construirt, der aus dem Ausschmelzkessel und einem Verbrennungsofen für die sich entwickelnden Gase und Dämpfe besteht. Der Kessel oder Digestor besteht aus einem dampfdichten cylindrischen Behälter von Kesselblech, welcher mit einem Mantel zum Einleiten der Wasserdämpfe umgeben ist: seine Füllung geschieht durch ein Mannloch und das Ausziehen der Rückstände am untern Ende des Kessels. Das flüssige Fett wird mittels einer um einen Drehring drehbaren Röhre ausgeschöpft. Durch ein besonderes Rohr entweichen die Dämpfe nach dem Argand-Ofen, wie die Erfinder den Verbrennungs-Apparat benennen; hier durchziehen die Dämpfe zunächst ein erhitztes Röhrensystem und treten unten durch vier im Kreise symmetrisch angeordnete Brenner aus, wo sie, mit atmosphärischer Luft gemischt, entzündet und verbrannt werden. Die Verbrennungsgase steigen aufwärts, bestreichen das Röhrensystem und entweichen durch den Kamin.
   Will man die Rückstände als Futter verwenden, so trocknet man sie im Kessel bei schwach angeheiztem Verbrennungsapparat über Nacht.
   Beim Ausschmelzen des Fettes soll die Dampfspannung im Kesselmantel 4 Atmosphären nicht übersteigen, während im Digestor ein Druck von

2½ Atmosphären ausreicht. Es liegen günstige Zeugnisse über die Wirksamkeit des Apparates vor, der sich durch die gänzliche Zerstörung der übelriechenden Dämpfe und seine Sicherheit gegen Explosion auszeichnet. da die Fettmasse im Digestor nur allmählig in's Schmelzen geräth. Die Abbildung, die nur ein klares Bild von dieser Einrichtung liefern kann, findet sich in Dingler's Journ. CCXIII. p. 493 und Wagner's Jahresber. 1874, p. 965.

3) Viel zu wenig ist das Verfahren, mittels einer verdünnten Lösung von Aetznatron das rohe Fett zu behandeln, berücksichtigt worden, da hierbei die übelriechenden fetten Säuren gebunden werden, auch eine Temperatur über 100° nicht erforderlich ist. Schliesslich wird die Masse noch einer einfachen Waschung unterworfen.

4) In Dinglers Journ. 1870, 198. Bd. p. 29 abgebildet und beschrieben.

5) Benutzt man Kessel mit Doppelboden oder Dampfheizung, die das Rühren während des Schmelzens nicht erforderlich machen und den grossen Vortheil haben, dass kein Anbrennen der Masse stattfinden kann, so lässt sich über den Kesseln ein Siebboden anbringen, der einige Zoll hoch mit Kohle und Kalk bedeckt ist. Die sich entwickelnden Gase und Dämpfe dringen durch diese Schicht und werden auf solche Weise desinficirt. Bei jeder neuen Beschickung des Kessels muss aber auch die Desinfectionsschicht erneuert werden, was lästig ist und den Betrieb stört. Das Verbrennen der Dämpfe verspricht stets den sichersten Erfolg.

In einigen französischen Fabriken hat auch die Condensation der Dämpfe mittels Wassers einen guten Erfolg gehabt. Aus dem hermetisch geschlossenen Sudgefässe werden die Dämpfe mittels eines Uförmigen Rohrs in den sog. Condensator geleitet, der zum Dritttheil mit Wasser gefüllt ist, welches nach Bedarf erneuert wird. Man kann hierzu auch ein grosses Fass benutzen, dasselbe mit Wasser füllen und in dieses das Ableitungsrohr senken. Ein trichterförmiger, aufgeschraubter Hut ist mit einem Rohr versehen, welches die uncondensirten Dämpfe in einen Feuerherd leitet: wo dieses aus dem Hute austritt, ist noch eine Brause angebracht, um hier noch einen Theil der nicht condensirten Dämpfe niederzuschlagen.

6) Die gewöhnlichen Talglichter oder Unschlittkerzen werden meistens in Formen gegossen, die aus einer Legirung von Blei und Zinn bestehen. Gezogene Kerzen werden durch häufiges Eintauchen der Dochte in geschmolzenen Talg dargestellt.

Wachsindustrie (S. 463—464).

1) Beim Bleichprocesse wird das Terpentinöl durch ein nachfolgendes Umschmelzen wieder entfernt.

Die Wachskerzen werden durch Angiessen oder Anschütten dargestellt, indem man die aufgehängten Dochte mittels eines Löffels von oben her mit geschmolzenem Wachse begiesst.

Wachsstöcke werden durch Ziehen oder Pressen, Christbaumlichter nur durch Ziehen angefertigt; bei Altarkerzen umwickelt man den Docht mit einem Wachsbande.

Verfälschungen des Wachses mit Fichtenharz, Talg und namentlich Paraffin sind nicht selten.

Seifenfabrication (S. 464—471).

1) Bei der Verleihung von Concessionen ist vorzüglich auch auf die Aufspeicherung des Rohmaterials zu achten, da Nachlässigkeit hierbei zu den meisten Belästigungen Anlass gibt. In vielen Fällen ist die Mitbenutzung der Carbolsäure zum Besprengen des Bodens oder des Materials sehr zu empfehlen. Auch die rohe Salicylsäure ist hier am Platze.

Man vergl. Buchner, E.: Gutachten, die Ausübung der Seifensiederei u. s. w. betreffend. Bayer. ärztl. Intelligenzbl. No. 46, p. 563.

2) Vohl hat die Beobachtung gemacht, dass die mit einer solchen Seife gewaschene Charpie bei ihrem Gebrauche als Verbandmittel höchst reizend auf Wunden einwirkt (s. Dingler's Journ., Bd. 204, Heft 1, 53. Ueber die Kali- oder Schmierseifen, ihre Verfälschungen und die daraus beim Gebrauche entstehenden Nachtheile).

Stearinsäurefabrication (S. 472—478).

1) Die schwarze Masse in den Fettsäuren rührt von den theilweise carbonisirten Eiweissholftern her, die in den Fettsäuren schwimmen, weil sie dasselbe specifische Gewicht wie die Fettsäuren haben. Die Schwierigkeit, welcher die Spaltung der neutralen Fette im Allgemeinen unterliegt, beruht auf der Gegenwart dieses Zellgewebes, welches als eine sehr dünne Membran die Fettkügelchen einhüllt und aus Albuminaten, leimgebendem Gewebe, Faserstoff u. s. w. besteht. Durch den Zusatz von Schwefelsäure coagulirt das Eiweiss und erschwert die Einwirkung derselben, während sich diese Gewebestoffe bei der Saponification mit Kalk lösen und nach der Zersetzung der Kalkseife im Gipse wieder finden.

Bock sieht in der Behandlung der Fettmasse mit Schwefelsäure nur eine vorläufige Operation, welche die nachfolgende Zersetzung der Fette möglich mache, indem sie das Zellgewebe entwässere, verkohle und porös mache. Die eigentliche Zersetzung beginne erst unter der Einwirkung des überhitzten Wasserdampfes; sowohl hierbei als auch bei Anwendung von heissem Wasser unter hohem Drucke (s. S. 475) werde die Zersetzung des Zellgewebes durch die Wärme bewirkt, indem durch diese die Hüllen desorganisirt würden, da sich Eiweiss in Wasser bei 150° löse.

Bock wendet hiernach drei Operationen an: 1) rationelle Säuerung, um das Zellgewebe zu carbonisiren und durchdringlich zu machen; 2) Spaltung der ihrer Hüllen beraubten Fette durch verdünnte Säuren; ein grosser Fehler bestehe in einem zu reichlichen Zusatze von Säure: 3) Entfernung der gebräunten und das Fett schwarz färbenden Hüllen durch Kochen mit Kaliumpermanganat und nachheriges Auswaschen. Auf diese Weise würden die Säuren weiss gewonnen und das Glycerin sei tadellos (s. Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch. 1875, p. 698, Wagner's Jahresber. 1873, p. 871, 1875 p. 969).

2) Bei der Destillation der rohen Fettsäuren mit überhitztem Wasserdampfe entstehen nach Cahours und Demarçay Kohlenwasserstoffe, nämlich Hexyl-, Heptyl-, Octyl-, Nonyl-, Decyl- und Undecylwasserstoff. (Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch. 1875, p. 987.)

Acrolein tritt um so weniger auf, je sorgfältiger die Fabrication geleitet wird; immerhin erfordert die Destillation Vorsichtsmassregeln, um die mit ihr verbundenen Belästigungen möglichst zu mindern.

In einigen französischen Fabriken hat man nach Freycinet (l. c. p. 289) die Einrichtung getroffen, dass sich das Kühlrohr an seinem untern Ende in zwei Arme theilt; der eine untere Arm führt das Destillat zu einem Gefäss mit Wasserverschluss, während der obere Arm zu einem Wasserbehälter steigt, in welchem sich die uncondensirten Dämpfe condensiren; was hier nicht condensirt wird, gelangt in eine Feuerung oder in diejenige Partie des Schornsteins, wo die Temperatur für die Verbrennung noch ausreicht.

3) Zum Färben der verschiedenen Kerzen benutzt man noch häufig Metallfarben; nach Vohl für Roth ausser Alkanna und Drachenblut Zinnober und Mennige, für Gelb ausser Curcuma auch Bleichromat, Schwefelarsen (Königsgelb), Zinkchromat, für Grün Schweinfurter Grün, stearinsaures Kupfer und grünen Zinnober (eine Mischung von Bleichromat und Berlinerblau).

Besonders wirken Zinnober und Mennige durch ihre Verbrennungsproducte schädlich ein. Beim Bleichromat entwickelt sich Bleioxyd, während die Chromsäure als Chromoxyd in der Dochtasche zurückbleibt. Beim Schwefelarsen treten schweflige und arsenige Säure, beim Schweinfurter Grün arsenige Säure auf; reines stearinsaures Kupfer bleibt als reines Kupfer auf dem Dochte zurück (s. Vohl: Ueber die Unzulässigkeit der Anwendung von Metallfarben zum Färben der Stearin-, Wachs-, Paraffin- und Wallrath-Lichter. Dingler's polytechn. Journ. 1865).

Macfarlane (On the poisoneus agents in coloured tapers. Glasg. med. Journ. p. 215, Jahresber. 1875 I. p. 618) fand in den rothen Wachsstöcken pro Stück 0,28—0,5 Grm. Zinnober, in den grünen 0,55 Grm. Arsen.

4) Dingler's polyt. Journ., 187. Bd. 1. Heft.

5) Bei den verschiedenen Fabrications-Methoden kommt es auch sehr auf die richtige Ausführung derselben an. Bei der Verseifung durch Schwefelsäure ist nochmals hervorzuheben, dass im Allgemeinen ein zu reichlicher Zusatz von Schwefelsäure und eine zu starke Erhitzung die Bildung von Acrolein resp. schwefliger Säure vermehrt. In Frankreich hat man schon längst die Erfahrung gemacht, dass 3% Schwefelsäure vollkommen ausreichen. Auch ist es zweckmässig, den Talg vorher in höher gestellten Kufen zum Schmelzen zu bringen und durch Röhren die

Schwefelsäure allmählig zufliessen zu lassen, anstatt diese der gesammten Fettmasse auf einmal zuzusetzen. Man erzielt dadurch den Vortheil, dass sich die schweflige Säure nicht plötzlich und massenhaft entwickelt, deshalb auch leichter abgeleitet werden kann.

Ausserdem ist eine grosse Reinlichkeit ganz besonders in den Stearinsäurefabriken erforderlich; man vermeide so viel als möglich das Verschütten der Fettsäuren, um den Boden rein zu erhalten; durch Bestreuen des Bodens mit Sägemehl werden alle fettige Substanzen am schnellsten und sichersten absorbirt.

Beim Pressen sorge man ganz besonders für eine sorgfältige Ansammlung der Flüssigkeiten und leite dieselben sofort durch Rinnen resp. Röhren in einen zweckmässig, am besten unterirdisch gelegenen Raum.

Glycerinindustrie (S. 478—481).

1) Annal. d. Chemie u. Pharm., 59. Bd. p. 260.

Nitroglycerinindustrie (S. 481—490).

1) Dingler's Journ., 202. Bd. p. 540.
2) Berl. klin. Wochenschr. No. 24 1865.
Es ist jetzt ausser Frage gestellt, dass unter den im Grossen dargestellten Präparaten neben dem Trinitroproducte auch Mono- und Binitroglycerin vorkommen. Trinitroglycerin $C_3H_5(ONO_2)_3$ verlangt 18,5 % Stickstoff, während unter den im Handel vorkommenden Sprengölen der Stickstoffgehalt zwischen 13,7 % und 16,6 % schwankt. Beckerheim: Mittheilungen über Gegenstände des Artill.- u. Geniewesens, Wien 1871. Wagner's Jahresber. 1875, p. 530.
3) Die von Schuchardt in der Zeitschr. f. prakt. Heilkunde (1866, 1. Heft, S. 41) veröffentlichte Mittheilung rührt eigentlich von Ivar Onsum (Nork Magaz. 1865, Heft 1) her, der auf Demme's Beobachtung hinweist. cf. Husemann in Schmidt's Jahrb. 1867, No. 6, S. 344.
4) Das Nähere über diese Fabrications-Methode findet sich in Dingler's polyt. Journ., 208. Bd. p. 184. Chem. Centralbl. 1873, p. 494.
5) Capitaine (Dingler's Journ., 206. Bd. p. 34) lieferte eine ausführliche Schilderung der Dynamit-Fabrication.
Bender: Geschichte und Anwendung der Dynamite im Arch. d. Pharmac., 3. Hft. p. 506, 1875.
6) Schweiz. polyt. Zeitschr., Bd. XIV. p. 89, 1869.
Dynamit hat eine sehr verschiedene Zusammensetzung und kommt daher immer mehr unter verschiedenen Namen vor. Balistit besteht aus Nitroglycerin, Salpeter, Kleie und Ziegelmehl; statt der Infusorienerde nimmt man auch Kandanit (Kieselerdehydrat). Auch enthält Dynamit häufig noch einen Zusatz von Schwerspath neben Kohlenpulver. Neuerdings setzt man noch Paraffin oder Naphtalin zu, um das Gemisch weniger hygroskopisch zu machen. Auch Kaliumchlorat fehlt nicht in einzelnen Compositionen, während eine unter dem Namen Lignose in den Handel gebrachte Verbindung wahrscheinlich aus Holzfaser und Nitroglycerin besteht: sie soll den Vortheil haben, dass sie durch Berührung mit offenem Feuer nicht, durch Reibung oder Schlag aber nur schwer explodirt.
Noch ist zu erwähnen, dass eine Lösung von Natriumsulfhydrat nach Böttger in der Siedhitze ein gutes Lösungsmittel für Trinitrocellulose ist.
7) v. Meyer: Die Explosivkörper u. s. w., p. 69.
Mahler, J.: Die moderne Sprengtechnik, Wien 1873.
Trauzl, Isidor: Dynamite, ihre ökonomische Bedeutung u. Gefährlichkeit. Wien, Lehmann & Wentzel.
Holmes: Ueber Torpedo-Minen in Dingler's Journ. CCXV. p. 259.

Traubenzuckerindustrie (S. 491—493).

Bei dem grossartigen Verbrauche von Traubenzucker ist der Nachweis desselben in Weinen besonders wichtig, da bekanntlich Weine vorzugsweise mit Traubenzucker gallisirt werden. Neubauer (Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. 1875, p. 285) fand, dass 10procentige Lösungen von Traubenzucker des Handels, welche 18 % Wasser enthielten, eine stärkere Rechtsdrehung der Polarisationsebene zeigten als Lösungen von reinem, trocknem Traubenzucker. Diese Substanz ist kein Dextrin, sondern ein zwischen Dextrin und Zucker liegendes Zwischenglied, welches der Gährung widersteht. Man erhält dies Präparat durch Vergährenlassen einer 10procentigen Lösung von Traubenzucker unter Zusatz von Hefe; nach der Filtration und Abdampfung bleibt ein brauner Syrup von wider-

lichem Geschmack zurück, welcher sich durch die starke Rechtsdrehung auszeichnet.

Im Traubenmost ist der Zucker theils als Dextrose, theils als Levulose enthalten; letztere zeichnet sich durch ein stärkeres Moleculardrehungsvermögen nach links aus.

Nach der Vergährung der Traubenmoste resultirt ein Wein, dessen Drehungsvermögen nahezu 0 ist oder höchstens +0,1 bis 0,3° rechts beträgt, während der erwähnte Traubenzuckersyrup eine Rechtsdrehung von +8,4° besitzt. Edle Ausleseweine lenkten die Polarisationsebene um —2,4 bis 7° nach links ab.

Der aus Rohrzucker erhaltene Invertzucker, der mit dem im Traubensafte enthaltenen Zucker identisch ist, polarisirt zwar auch links, derselbe wird aber wegen seines höhern Preises selten zum Gallisiren benutzt; man kann daher mit höchster Wahrscheinlichkeit behaupten, dass rechts polarisirende Weine unbedingt verdächtig sind. Wenn aber ein theurer Wein links polarisirt, so ist dabei nicht ausgeschlossen, dass demselben durch Hefe invertirter Rohrzucker beigemengt ist, worauf Wartha nachträglich aufmerksam gemacht hat (Ber. der Deutsch. chem. Gesellsch. 1875, 1515).

Rübenzuckerindustrie (S. 494—508).

1) Fühling: Der praktische Rübenbauer. Bonn 1860.
2) Swift in New-York. Journ. of med., Vol. II. 1854.
3) Lerick, Americ. Journ. of med. scienc., Jan. 1859.
4) Walkhoff, Louis: Der praktische Runkelrübenfabricant u. Raffinadeur. 2. Thl. 4. Aufl. Braunschw. 1872.

Stammer, K.: Lehrbuch der Zuckerfabrication. Braunschweig 1874.

— Die Zuckerfabrication. 3. Thl. von Birnbaum's Lehrb. der rationell. Praxis der landwirthschaftl. Gewerbe. 7. Aufl. von Dr. F. Jul. Otto's Lehrb. der landwirthschaftl. Gewerbe. Braunschweig 1875.

Für die Saftgewinnung und das Scheidungsverfahren gibt es sehr verschiedene Methoden; stets bleibt aber ein Schlamm zurück, welcher noch Saft enthält und daher noch zu verwerthen ist. Früher füllte man ihn in Beutel und brachte diese in die hydraulische Presse, jetzt benutzt man allgemein die Filterpresse hierzu, welche ursprünglich in England zur Entwässerung des Thons in Porcellanfabriken gebräuchlich war. Die verschiedenen Arten derselben stimmen darin überein, dass man in schmalen Kasten filtrirende Flächen anbringt. Man versieht z. B. die massive Kastenwand mit Cannelirungen und belegt diese mit einem durchlöcherten und mit Leinwand überzogenen Blech; der ausgepresste Saft fliesst dann in den Cannelirungen herab und an einem verschliessbaren Hahn aus dem Kasten. Man hat auch in die Cannelirung der einen Seite des Kastens Wasser unter starkem Drucke gebracht, um ein Auswaschen des Schlammes zu bewirken. Dieses Verfahren hat jedoch keinen Beifall gefunden, nach unserer Erfahrung in einem concreten Falle auch eine Explosion des ganzen Apparats erzeugt.

5) Wolff in der Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin, 19. Bd. 1873.

Ueber die Menge von Schwefelwasserstoff, die sich aus den organischen Organismen entwickelt, vergl. man Polytechn. Notizbl. 22, 175. Man kann oft in den Wasserläufen eine dicke schwarze Schicht Schwefeleisen und unter dieser einen weissen Schwefelüberzug beobachten. cf. Kuntz in der Vierteljahrsschr. f. ger. Medic., 9. Bd., S. 185, 1868.

6) Göppert im Jahresber. der schles. Gesellsch. f. vaterl Cultur 1852, p. 60.
7) Man muss folgende Abfallwässer unterscheiden: Die Condensationswässer enthalten Spuren von Ammoniak und Zucker, haben beim Verlassen der Fabrik eine Temperatur von 40—50° C. und kühlen sich beim Durchgange durch die Canäle meist auf 10—15° ab. Man sollte sie zur Speisung von Kesseln, wie es bisweilen geschieht, nicht benutzen; weit besser eignen sie sich zum Waschen der Knochenkohle. Man kann sie zu diesem Zwecke über flache Bühnen oder über kaskadenartige Gerüste wie bei Gradirwerken laufen lassen, was auch dann vorzuziehen ist, wenn sie direct in kleinere Wasserströme abgelassen werden.

Ueber das Quantum Wasser, welches Zuckerfabriken nöthig haben, kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, dass eine Zuckerfabrik von mässigem Betriebe wenigstens 70 Liter Wasser für die Minute, 8400 Liter für den Arbeitstag von 20 Stunden und 12 Millionen 600,000 Liter für 150 Tage oder eine 5monatliche Campagne verwenden muss. Der vierte Theil dieses Wassers wird in Dampfform in die Luft getrieben und Dreiviertel meist den Wasserläufen wieder zugeführt. Die Dampfheizung der Läuterungskessel und der Verdampfungsapparate (S. 496) liefert das Condensationswasser, welches frei abfliessen kann, wenn dessen Temperatur den localen Verhältnissen entsprechend geregelt wird.

Die Rübenwaschwässer enthalten Schmutz, erdige Bestandtheile u. s. w. und sind daher an und für sich nicht gährungsfähig. Man reinigt sie am besten durch Absetzenlassen in besondern Bassins und hält durch ein Gitterwerk beim Ablassen derselben den Schlamm u. s. w. zurück. Man muss den Grundsatz festhalten, dass ein systemloses Vermischen der verschiedenen Abfallwässer zu den grössten Schwierigkeiten führt: je sorgfältiger man die einzelnen Abfallwässer einer besondern und getrennten Behandlung unterwirft, desto eher gelangt man zu einem befriedigenden Ergebnisse.

Sehr beachtungswerth sind die Presstuchwässer wegen ihres Gehalts an organischen Substanzen (Stärkemehl, Eiweiss) und geben in stehenden Wässern daher am ehesten zur Entstehung von Leptomitus lacteus Veranlassung.

Diese Wässer durch chemische Agentien zu reinigen, ist sehr schwierig; es hat auch das Süvern'sche Verfahren nicht der Erwartung entsprochen, weil es nicht alle organischen Bestandtheile zurückhält und daher auch den Eintritt der Gährung nicht verhütet, wenn die Wässer nicht in Wasserläufe mit ausreichender Strömung abgelassen werden können. Der Erdboden würde auch hier das beste Absorptionsmittel liefern, wenn die Fabrik über das geeignete Terrain gebieten kann. Man hat bei der Berieselung auch schon die Erfahrung gemacht, dass sich besonders die Bebauung mit kräftigen Gewächsen, z. B. mit Mais, empfiehlt und sollte man nie unterlassen, die Versuche in dieser Richtung fortzusetzen, um wenigstens die Presstuchwässer in dieser Weise zu benutzen.

Am meisten Schwierigkeiten bieten die Sauerwässer, d. h. die bei der Regenerirung der Klärkohle entstehenden Abfallwässer dar, da sie noch Salzsäure und alle stickstoffhaltigen organischen Stoffe der Rübe enthalten, welche durch die Knochenkohle abgeschieden und dieser durch Gährung wieder entzogen sind. Diese Wässer befinden sich noch in Gährung, entwickeln sehr unangenehme Dünste und vermögen fliessendes Wasser auf weite Strecken hin zu verderben. Beim Mangel eines hinreichend grossen Wasserlaufes hat man sie auf verschiedene Weise zu beseitigen gesucht. In Gegenden, wo Braunkohle als Brennmaterial dient, hat man diese mit den Sauerwässern benetzt, um sie durch Verbrennen zu vernichten. Dieses Mittel wird aber höchstens in kleinern Fabriken ausreichen; wo es zur Verwendung gekommen ist, soll es sich bewährt haben.

Man hat auch die Versumpfung der Sauerwässer auf Ackerflächen oder in Gruben vorgeschlagen. Dieselben auf diese Weise sich selbst zu überlassen und nur den sich absetzenden Schlamm als Dünger abzufahren, würde nur dort unbedenklich sein, wo sich in der Nähe keine Brunnen und Wohnungen befinden; je grösser eine solche Fläche ist, desto eher vermag sie die Salubrität einer Gegend zu gefährden, denn zum wenigsten würde sie Zustände herbeiführen, welche in den mit Flachs-Rotten versehenen Gegenden vorkommen.

Wo Braunkohlenfeuerung eingeführt ist, hat man auch die Wässer mit der Braunkohlenasche der Kohlenfeuerung einzudicken gesucht, um zunächst die etwa vorherrschende Säure zu neutralisiren und auf diese Weise aus der Mischung der Asche mit den organischen Substanzen einen guten Dünger zu erhalten.

Gute Erfolge würde die Ableitung des versickerten Wassers mittels Drainage versprechen, da es auf diese Weise wenigstens von so klarer Beschaffenheit aufgefangen werden kann, dass es sich für die Fabrik wieder verwerthen lässt. Für alle Fälle, in welchen es an Land für die systematische Berieselung fehlt, würde diese Methode am ehesten in's Auge zu fassen sein.

Man sieht hieraus deutlich, wie sehr es auf die örtlichen Verhältnisse ankommt, welche Methode ausführbar und empfehlenswerth erscheint.

Das Verfahren bei der Regenerirung der Knochenkohle mag noch so verschieden sein, die betreffenden Abfallwässer werden stets sehr reich an organischen Stoffen sein.

Ueber den grossen Gehalt der Abfallwässer aus Zuckerfabriken an organischen Stoffen überhaupt hat Knapp (Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., I. 1870) Untersuchungen angestellt. Wegen des Süvern'schen Verfahrens s. 1871, 273, loc. eod.

Stärkefabrication (S. 509—515).

Einen Einfluss auf die Fischzucht können die Abfallwässer nur haben, wenn sie in Teichen oder kleinen Seen in Fäulniss übergehen. Ohne Nachtheil blieben die Wässer, welche durch einen 1 Kilometer langen Graben in einen 20 Morgen grossen See geleitet wurden. In einem andern Falle wurden die Abfallwässer durch einen Graben von 630 Meter Länge und 2 Meter Breite in ein 10 Quadratruthen weites, abgeschlossenes Wasserbassin abgelassen. Der im Graben sich absetzende Schlamm konnte zur Düngung benutzt werden; in der Nähe machte sich aber ein übler

Geruch bemerkbar. Eine andere Fabrik leitete die Wässer in einen Mühlenteich; der mit abgeführte Schaum machte sich noch eine halbe Meile bemerkbar, während sich an den Ufern des Baches Leptomitus lacteus entwickelt hatte, ein Beweis, dass man diesen Abfallwässern alle Sorgfalt zuzuwenden hat.

Viele Unzuträglichkeiten entstehen dadurch, dass die Bereitung der Kartoffelstärke im § 16 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni 1869 ausgeschlossen ist und daher keiner besondern Concession bedarf.

Die Abfallwässer der Stärkefabriken eignen sich vorzugsweise zur Berieselung.

Bierbrauerei (S. 517—529).

1) Flinzer in der Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., 7. Bd. p. 122, 1867, 8. Bd. p. 356, 1868.
2) Stein in der Zeitschr. f. Medic., Chir. u. Geburtsh. von Küchenmeister u. Ploss, Leipz. 1865, IV. Bd. p. 433.
3) Dingler's Journ., Bd. CCVII, p. 511.
4) Nessler im polytechn. Notizbl., 20. Bd. p. 56.
5) Dubl. Journ., Nov., p. 353, 1865.
6) Zeitschr. f. prakt. Medic., 3. Reihe, II. p. 80.
7) Ripping, eod. loc. XXIII. p. 133, 1864. Deutsche Klinik No. 38, 1865.
8) Arch. f. Heilk., VI. p. 92, 1864.
9) Forster, Spec. path. Anat. 1854 p. 878.
10) Virchow's Arch., IX. 1856.
11) Annal. d. Charité, X. 1862.
12) Virchow's Arch., XXII. p. 411.
13) Höche in Vierteljahrsschr. f. ger. Medic., XI. Bd. p. 140 1869.
Dieffenbach, eod. loc. XXI. Bd. 1875, p. 182.
Mair, A.: Das Bier und dessen Untersuchungen auf Gehalt und Fälschungen. München 1864.
Wittstein: Beiträge zur Untersuchung der Biere. Arch. d. Pharmac. 1875, VI. p. 25. Chem. Centralbl. 1875, p. 754.

Die sog. Biercouleur wird durch Brennen des Trauben- oder Kartoffelstärkezuckers bereitet.

Pasteur's Bières de la revanche nationale sind noch als Zeichen der Zeit zu erwähnen: sie werden durch Gährung bereitet, die bei völligem Abschluss der Luft vor sich gehen soll.

14) Americ. Journ. of med. scienc., Jan. 1859. Virchow-Hirsch's Jahresber. von 1874, 1. Th., p. 525.
15) Röber im Arch. f. Anat. u. Physiol., 1. Heft 1869.
Köhler: Toxikol. Studien über Pikrotoxin. Berl. klin. Wochenschr. No. 47, 1867.
Blas: Sur la recherche de la pikrotoxine dans la bière. Journ. de chim. med. VI. p. 396, 1870. Jahresber. 1871, I., p. 353.
Depaire: Rapport sur l'emploi de la coque du Levant dans la fabrication de la bière. Bullet. de l'Acad. de méd. de Belgique No. 10, p. 889. Jahresber. 1868, I., p. 458.

Der Gebrauch der Kokkelskörner in der Bierbrauerei soll Malz und Hopfen ersparen; auch soll sich das Bier besser halten und nicht so leicht gähren. Ihre Verwendung sollte aber polizeilicherseits verboten werden.

Ein neuer Bitterstoff ist aus Amerika unter dem Namen Chiretta eingeführt worden, der von Ophelia Chirayta abstammt. Als Absinthin kommt ein Präparat aus Wermuth im Handel vor.

Die Thatsache ist bekannt, dass das Hopfenbitter aus seinen Lösungen durch basisch essigsaures Blei grösstentheils gefällt wird. Ein Bier, welches nach einer solchen Behandlung noch bitter schmeckt, muss somit Bitterstoffe enthalten, die nicht vom Hopfen herstammen. Ausführlich handelt hierüber Siegfried in Buchner's Repert. 1875, 24. Bd., p. 412.

Bei der Untersuchung der Biere ist stets die Menge der in der Asche des Bierrückstandes enthaltenen Phosphorsäure von ganz besonderer Wichtigkeit, da sie allein Aufschluss über die Substituirung von Melasse an Stelle von Malz gewährt, wenn nicht die Phosphate etwa nachträglich hinzugesetzt worden sind. In dieser Richtung untersuchte Goppelsröder mehrere Baseler Biere (Dingler's polytechn. Journ., 207. Bd. p. 328, Chem. Centralbl. 1875, p. 679).

Schiessbaumwolle (S. 530—533).

1) Journ. f. prakt. Chemie, 91. Bd. p. 129. Wagner's Jahresber. 1874, p. 434.

Papier- und Tapetenfabrication (S. 533—543).

1) Weber, Rud.: Die Papierindustrie. Elfte Gruppe des amtl. Ber. über die Wiener Ausstellung 1873. Braunschw. 1874.
   Den Holzstoff hat man bei feinen Concept- und Druckpapieren schon bis zu 75%, bei feinen Kanzlei- und Briefpapieren bis zu 50% zugesetzt, obgleich er im Allgemeinen mehr für Zeitungspapier benutzt wird.
   Espartogras wird in England benutzt; auch aus der Brennessel, Maulbeerbaumrinde und dem Kartoffelkraut hat man geringere Papiersorten dargestellt.
2) Man vergl. die Darstellung der Pottasche aus den Abfallwässern der Tuchfabriken.
   Die alkalischen Laugen bei der Papierbreidarstellung lassen sich behufs Wiedergewinnung der Alkalien eindampfen und glühen. Da das Holz- und Strohzeug immer häufiger benutzt wird, so sind die meisten Abfallwässer auch reich an organischen Stoffen; man kann sie daher auch als Dungmittel oder selbst zur Darstellung von Leuchtgas benutzen (s. die Ber. der Deutsch. chem. Gesellsch. 1872 p. 543 u. 652, 1873 p. 762 u. 1422, 1875 p. 273).
3) In manchen Papier- und Tapetenfabriken wird der thierische Leim dargestellt, was wohl zu beachten ist, da aus dieser Fabrication vielfache Belästigungen entstehen können.
4) Die Verwendung des Pergamentpapiers ist sehr vielseitig; namentlich kann es auch die Därme ersetzen und bei der Wurstbereitung gebraucht werden. Da es sich mit Anilinfarben färben lässt, so wird es zu den mannigfaltigsten Buchbinderarbeiten benutzt.
5) Auch die Metallpapiere sind noch zu erwähnen; sie sind mit dünnen Metallblättern belegte Papiere und stellen einen besondern Industriezweig dar, der besonders in München und Augsburg vertreten ist; sie werden vorzugsweise zu Decorationen benutzt.
6) Die sogen. Papierwäsche stellt Imitationen von Gegenständen aus Zeugstoffen dar und hat bereits grosse Verbreitung gefunden; namentlich zeichnen sich die aus Papier dargestellten Gardinen durch grosse Schönheit aus. Die Berliner A. & C. Kaufmann'sche Fabrik leistet in diesem Zweige Ausserordentliches. In sanitärer Beziehung ist hier Alles, was bei den Farben und beim Zeugdruck zur Sprache kommt, zu berücksichtigen. conf. S. 711 No. 22.

Baumwollindustrie (S. 543—550).

1) Grothe, Herm.: Technologie der Gespinnstfasern. Vollständiges Handbuch der Spinnerei, Wirkerei und Appretur. 2 Thle. Berlin 1875.
2) Lohren, A.: Die Kämm-Maschine für Wolle, Baumwolle, Flachs und Seide. Mit einem Atlas in Fol. Stuttgart 1875.
3) Um das Austrocknen des Garns zu verhüten, waren die Weber früher genöthigt, die Arbeitsräume verschlossen zu halten; es sammelte sich daher stets eine schlechte Luft an, die um so schädlicher einwirkte, wenn die Schlichte in Gährung überging.
4) Wunde Stellen an den Händen werden durch eine Bleiessiglösung ganz bedeutend verschlimmert.
5) Enquête sur le travail et la condition physique et morale des ouvriers empl. dans les manufactures de coton à Gand. Gand 1845.
6) Coetsem in Annal. de Méd. belg., Juillet 1836.
   Es kommt auch sehr auf die Beschaffenheit der Baumwolle an, die verarbeitet wird. Den schlimmsten Ruf geniesst in dieser Beziehung die ostindische Baumwolle, die in Fabriken im Elsass und in der Rheinprovinz, vorzugsweise aber auch in der Schweiz vorkommt. Die ägyptische und amerikanische Baumwolle hat mehr lange und weiche Fasern und erzeugt einen weniger unangenehmen Staub. Am belästigendsten ist der Staub stets bei der Reinigungsmaschine, während er bei der Krämpelmaschine, bei dem sogen. Cardiren, in weit geringerm Grade auftritt.
7) Ueber den Einfluss einiger Industriezweige auf den Gesundheitszustand. Ein Beitrag zur öffentlichen Gesundheitspflege und zur Lösung der Arbeiterfrage. Leipzig 1866.
8) Näheres hierüber findet sich in Schuler: Die glarinerische Baumwollindustrie und ihr Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, 4. Bd. p. 90, 1872.

Zu den die Luft verunreinigenden Dämpfen rechnet Schuler besonders die der Essigsäure, welche von den Beizen (essigs. Thonerde und holzessigs. Eisen) herrühren. Er hält sie für die Ursachen mancher Hautleiden, namentlich der Ekzeme und mit Recht auch mancher Leiden der Respirationsorgane (man vergl. Schnellessigfabrication).

Die Abfallwässer in den Baumwollfabriken rühren hauptsächlich von dem Entschlichten und Beuchen her; sie sind bei weitem nicht so reich an organischen Stoffen wie die Abfallwässer in den Wollfabriken, obgleich sie in der Qualität ziemlich übereinstimmen. Durchschnittlich sind in 1 Liter enthalten: gelöst 42,4 Mgrm. organ. Kohlenstoff, 2,99 Mgrm. organ. Stickstoff, 1,25 Mgrm. Ammoniak, 4,0 Mgrm. Gesammt-Stickstoff, 48,6 Mgrm. Chlor, 0,34 Mgrm. Arsen; suspendirt: 190 Mgrm. organ. Stoffe. Wegen der häufigen Benutzung von arsensaurem Natrium als Beize sind die Wässer gegenwärtig wegen ihres Arsengehaltes besonders beachtungswerth.

Ueber die mechanischen Schädlichkeiten in der Textilindustrie vgl. man: Association pour prévenir les accidents des machines. Compt. rend. de la première année 1867—1868. Mulhouse 1868. Die Uebersetzung dieses Berichts mit den Fortsetzungen finden sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen.

Für Schutzvorrichtungen bei den verschiedenen Walzen, bei den Schlagmaschinen und besonders bei den Transmissionen wird in Preussen Seitens der Fabrikinspectoren hinreichend Sorge getragen.

Es ist selbstverständlich, dass Arbeiter, die bei Maschinen mit schnellen Umdrehungen beschäftigt sind, nur eng anschliessende Kleider tragen müssen, wie die Mädchen und Frauen sich hüten müssen, mit flatternden Haaren in den Bereich der Maschinen zu kommen.

Bei den Schützen (Weber-Schiffchen) der Handwebestühle kommt es vor, dass dieselben von der Schützenbahn herab in die Kette laufen oder auch den Weber selbst treffen. Interessante Untersuchungen hierüber und die Mittel zur Abhülfe hat Karmarsch (Mitth. d. Hannov. Gewerbever. 1854, 1. Heft. Dingler's Journ., 153. Bd. 1854, S. 417) geliefert.

Dass schon die Erschütterungen, welche durch grössere Maschinen erzeugt werden, namentlich auf das weibliche Arbeiterpersonal nachtheilig einwirken sollen, ist nicht bewiesen.

Sehr zu beachten sind die Centrifugen, bei denen Sicherheitsmassregeln bei etwaigen Zersprengungen nothwendig sind (s. S. 19).

Leinenindustrie (S. 550—553).

1) Hirt: Die Staubkrankheiten, I. p. 176.
2) Lancet II., 21. Nov. 1874. Schmidt's Jahrb. 1875, p. 133.

Die verschiedenen Schmiermittel stammen meist aus den Photogen- und Petroleum-Fabriken her. Dass sie auch die Reinheit der Luft in vielfältiger Beziehung schädigen, ist zweifellos; Arbeiter, welche sich mit dem Schmieren beschäftigen und demgemäss auch von Schmutz und Oel zu glänzen pflegen, verbreiten schon eine Atmosphäre, die für jeden Andern höchst unangenehm ist. Nach der Beschaffenheit der gebrauchten Schmiermittel ist natürlich auch der Geruch verschieden. Das Schmieröl, welches man neuerdings Vulcanöl getauft hat, wird bei der Rectification des Photogens gewonnen und eignet sich nur für schwere Maschinen, die weniger in engen Fabrikräumen aufgestellt sind. Der Geruch kann daher nicht sehr nachtheilig einwirken.

Was die Abfallwässer betrifft, so ist noch zu bemerken, dass die Rottwässer besonders reich an Buttersäure und übelriechenden Gasen sind; der Gehalt an Propion- und Essigsäure ist geringer. Als Dungmittel in Form der Berieselung finden sie die beste Verwendung, da namentlich der hohe Gehalt der Lein- und Hanffaser an Eiweissstoffen eine grosse Menge von aufgelöstem Stickstoff bedingt. In einem Liter Röstwasser sollen 3872 Mgrm. Buttersäure, 6140 Mgrm. gelöste Stoffe und unter diesen 663 Mgrm. Stickstoff vorkommen (s. Dingler's Journ. 1875, Bd. 216, p. 88).

Ganz ähnlich verhalten sich auch die Wässer beim Nassspinnen und namentlich die Beuchwässer, welche eine grosse Tendenz zur Fäulniss haben und auf irgend eine Weise zu verwerthen sind, wenn man keine Gelegenheit hat, sie in grosse Wasserläufe abzulassen. Müssen sie aufgespeichert werden, so ist ihre Versetzung mit Kalk in erster Linie erforderlich.

Wollindustrie (S. 553—561).

1) Ueber Wollfett s. Ernst Schulze und Ulrich im Bericht der Deutschen chem. Gesellsch. 1874, S. 570.

Der Wollschweiss besteht aus den Kaliseifen der Oel- und Stearinsäuren, mit wenig Essig-, Baldrian-, Phosphorsäure, Ammoniumsalzen u. s. w. Die Wollschweissasche enthält hauptsächlich Kaliumcarbonat. Die Rohwolle kann über 20% Wollschweiss und ausser Schmutz noch 10—15% Wollfett enthalten. Schon bei der Schafwäsche geht ein bedeutender Dungwerth verloren, da die Abfallwässer reich an Stickstoffverbindungen sind.

2) Edinb. med. Journ., June 1858.

3) Itard und Lecoup haben zuerst auf das Verfahren, die Wolle auf chemischem Wege zu reinigen, hingewiesen; es umfasst 1) das Einlegen der rohen oder verwebten Wolle in Schwefelsäure von 3—4° B., 2) das Ausschleudern in Centrifugen und 3) das Trocknen bei einer Temperatur von 100°.

4) Kraut (Deutsche Industriezeitung 1874 p. 308, Wagner's Jahresber. 1874, p. 417) lässt zur Gewinnung der Wollschweisspottasche die Wolle in gewöhnlichen Wollmaschinen mit warmem Wasser waschen, dem Pottasche zugesetzt worden ist. Die Waschwässer dampft man zur Trockne ein und erhitzt sie auf dem Herde eines Flammenofens. Der Rückstand enthält die zum Waschen verwendete Pottasche und auch das in der Wolle vorhanden gewesene Kali zum grössten Theile in Form von Pottasche.

Daudenart und Verbert (Wagner's Jahresb. p. 851, 1874) wollen die Abfallwässer der Wollwäschereien mit Aetzbarytlösung präcipitiren, die klare Lösung dann abdampfen und den Rückstand calciniren, wobei Pottasche und etwas Chlorkalium erhalten wird. Das erste Präcipitat, welches die Fettsäuren enthält, soll mit Salzsäure zu ihrer Abscheidung behandelt werden. Die Chlorbariumlösung wird mit Magnesiahydrat versetzt und in die Mischung Kohlensäure so lange eingeleitet, bis aller Baryt gefällt ist. Das Bariumcarbonat wird mittels Kohle calcinirt und in Aetzbaryt wieder übergeführt.

5) Die entwickelten Ausführungen sind dem Reisebericht von den Prof. Landolt und Stahlschmidt entnommen, der sich in den Acten des Kgl. Handelsministeriums befindet, nachdem die Genannten auf Anlass des Herrn Handelsministers eine Rundreise durch die bedeutendsten Fabriken von Belgien und Rheinland gemacht hatten. Später ist die Arbeit in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen (Jahrg. 1874, p. 216) erschienen. M. s. auch Polyt. Centralbl. 39, 371. 1875, Chem. Centralbl., p. 25, 1875, Wagner's Jahresber. 1874.

6) Chlorcalcium kann ebenso gut wie Aetzkalk benutzt werden; die Auswahl richtet sich nach den localen Verhältnissen.

Die Abfallwässer vom Walken und Spülen der Tuche sind gewöhnlich stark gefärbt und eignen sich wegen ihres Gehaltes an Oel aus der Spinnerei, an Seife u. s. w. ganz besonders zu der Kalksaponification.

Das erwähnte, zu Aachen stattfindende Verfahren hat Schwamborn in Dingler's Journ. (Bd. 216, p. 517, 1875) genau beschrieben. Ein Sammelbassin von 150 C.-C. Inhalt ist in der Regel bei einem Verbrauche von 1000 Kilogramm Seife binnen 14 Tagen gefüllt.

Man hat berechnet, dass in Europa jährlich etwa 500,000 Tonnen (1 Tonne ist = 1000 Kilogrm.) verwalkt werden, die etwa 100,000 Tonnen Kalkseife, einen Werth von 18 Millionen Mark, ergeben würden. Man vergl. Fischer, Ferdinand: Die Verwerthung der städtischen u. Industrie-Abfallstoffe, Leipzig 1875. Hier (S. 142) ist auch eine genaue Analyse der Wässer nach der Schafwäsche, der Abfallwässer einer Wollwäscherei, Flanellwäsche, Wolldeckenfabrik und Teppichfabrik mitgetheilt. Durchschnittlich enthielten die Abfallwässer aus 15 Wollfabriken in 1 Lit. 647,8 Mgrm. organ. Kohlenstoff, 103,8 Mgrm. organ. Stickstoff, 116,47 Mgrm. Ammoniak, 0,4 Mgrm. Stickstoff als Nitrat und Nitrit, 200,1 Mgrm. Gesammt-Stickstoff, 219,4 Mgrm. Chlor und 0,11 Mgrm. Arsen gelöst, 3724 Mgrm. organ. Stoffe suspendirt.

7) Färbereien, die oft stundenweit von einem grossen Flusse entfernt liegen, sind nicht selten zur Errichtung von sehr langen Canälen genöthigt. Bisweilen leitet man, z. B. in Basel, die Abfallwässer erst unterhalb der bewohnten Stadtviertel in den Rhein ein, um hierdurch den Bewohnern derselben die ökonomische Benutzung des Wassers nicht zu erschweren. Man rechnet hierbei auf eine sehr rasche Vertheilung der Unreinigkeiten, so dass für die tiefer gelegenen Ortschaften weniger Nachtheil hierdurch entsteht.

Ueber das Genauere bei diesem Verfahren vergl. man Musterzeitung No. 24 und Chem. Centralbl. No. 19 u. 20 1875.

Specielle Anweisung über die Technik der Tuchweberei ertheilt:
Stommel, Cuno: Das Ganze der Weberei des Tuch- und Buckskinfabricanten. Braunschweig 1876.

Seidenindustrie (S. 561–565).

1) Potton: Recherches et observations sur le mal de vers ou de bassines chez les fileuses de cocons de vers à soie. (Annal. d'hyg. publ. 1853, T. 49.)
Melchiori: La Malattie delle mani delle trattore da seta observata in Novi. Annal. univers. di méd. Milano, T. 160, 1857. Wenn dieser Autor das Seifenwasser als Ursache der Handaffection beschuldigt, so dürfte ihm hierin nicht beizustimmen sein; ebensowenig trägt die Beschaffenheit der Puppen die Schuld. Seit der Benutzung der Dampfkraft sind diese Leiden überhaupt immer seltener geworden.
Man vergl. auch Thouvenin: De l'influence que l'industrie exerce sur la santé des professions dans les grands centres manufacturiers de l'industrie de la soie. (Annal. d'hyg. publ., Juill. 1846). Die Schilderungen der frühern Verhältnisse der Seidenarbeiter treffen aber gegenwärtig nicht mehr zu, seitdem auch in der Seidenindustrie die betreffenden Maschinen vervollkommnet sind und die Arbeiter von mannigfachen nachtheiligen Einflüssen befreit haben.
Die Abfallwässer in den Seidenfabriken sind, wenn man die Behandlung der Cocons berücksichtigt, im Allgemeinen den beim Beuchen der Baumwolle und Leinwand vorkommenden ähnlich, enthalten aber kein Chlor aufgelöst, sondern hauptsächlich organ. Kohlenstoff und Stickstoff neben geringen Mengen von Ammoniak. In einem Liter befinden sich durchschnittlich 15 Mgrm. organ. Kohlenstoff, 1,5 Mgrm. organ. Stickstoff und etwa 0,3 Mgrm. Ammoniak; je mehr sie aber nach dem neuern Verfahren mit Wasser verdünnt werden, desto geringere Belästigung veranlassen sie. Der sanitäre Nachtheil entsteht hauptsächlich dann, wenn man die Waschwässer sich selbst überlässt und einem höchst widrigen Fäulnissprocesse preisgibt; sehr häufig können sie, wenn sie nicht zu sehr verdünnt sind, zu einer Berieselung der Aecker benutzt werden.
Wegen Behandlung der Abfallwässer der Seidenfärbereien s. Färberei.
2) Egen: Ueber Conditioniren. Verhandl. d. Vereins z. Beförderung d. Gewerbefl. in Preussen 1840, 2., 3. u. 6. Lief.
3) Mit der Floretseide verarbeitet man auch abgetragene seidene Stoffe oder Lumpen, welche nach dem bei der Kunstwolle erwähnten Verfahren behandelt werden, obgleich diese Fabrication noch nicht die Bedeutung der Shoddy-Manufactur erlangt hat.
4) Picard: De l'Hygiène des ouvriers employ. dans les filatures. (Annal. d'hyg. publ., Oct. 1863, p. 258.)
5) Schlesinger, Robert: Mikroskopische Unters. der Gespinnstfaser im rohen und gefärbten Zustande. Zürich 1873.
6) Blümlein: Die Sammet- und Seidenstoff-Weberei in ihrem Einfluss auf den Körper und den Geisteszustand der Weber. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin, XV. Bd., 1. u. 2. Heft 1859.

Beizen, Druckerei und Färberei (S. 565—569).

1) Spirk, A.: Praktisches Handbuch der Färberei und Druckerei. Berlin 1869.
Schützenberger, M. P.: Die Farbstoffe, insbesondere deren Berücksichtigung in ihrer Anwendung in der Färberei und Druckerei. Autoris. deutsche Ausgabe. Bearbeitet von Hermann Schröder. 2 Thle. Berlin 1869.
Bezüglich der Abfallwässer, die speciell der Baumwoll- und Seidenfärberei angehören, ist noch auf den Gehalt an Arsen- und Phosphorsäure aufmerksam zu machen.
Es empfiehlt sich hierbei ein Mischen mit Eisen- und Mangansalzen mit darauf folgender Präcipitation durch Kalk. Bei einem rationellen Betriebe kann man auch die von den Indigoküpen und Chrombädern herrührenden Farbflüssigkeiten verwerthen, ehe man sie abfliessen lässt. Das Nähere hierüber findet sich in Dingler's polyt. Journ. 1836 Bd. 59, p. 236, 1837 Bd. 65 p. 441, 1844 Bd. 91, p. 223; in den Ber. der Deutschen chem. Gesellsch. 1873, 1273. Ueber die Verwendung der benutzten Farbhölzer zur Papierfabrication ist eod. loc. 1872, 542 u. 742 die Rede
conf. Eulenberg: Ueber schädliche rothe Farben. Preuss. Vereinszeitung No. 5 u. 6, 1861.

Gerberei (S. 570—579).

1) Reimer, A.: Studien zur wissenschaftl. Begründung der Gerberei. Dingler's polyt. Journ., 205. Bd., p. 143, 248, 357 u. 457.

Lietzmann: Die Herstellung des Leders in ihren chem. u. physikal. Vorgängen. Bonn 1870.

Gegenwärtig scheint man nach dem Vorschlage von Knapp mehr Gebrauch von einer Eisenoxydlösung zu machen, deren chemische und physikalische Beschaffenheit den Gesetzen entsprechen soll, welche die Umwandlung der Haut in Leder bedingen. Das damit in einem Zeitraume von 8 Tagen hergestellte Leder scheint allen Anforderungen zu entsprechen, welche man an ein gutes lohgares Leder zu stellen berechtigt ist.

2) Beaugrand: Etudes sur les malad. des artisans. Rech. histor. et stat. sur les malad. des ouvriers, qui prépar. les peaux en gén. et sur celles des tanneurs en partic. Paris 1862.

3) Es ist nicht hervorgehoben worden, mit welchen Arbeiten sich die erkrankten Gerber beschäftigt haben; am ehesten kann die Berührung mit Rhusma solche Affectionen veranlassen.

Man vergl. noch Ziurek: Zur Revision der Gerbereien in der Vierteljahrsschr. f. ger. Med., 11. Bd. p. 175, 1869.

Richter: Ueber den Nachtheil der Gerbereien auf die menschl. Gesundheit. loc. eod. 9. Bd. 1856.

4) In den Schwitzkammern können die Gerber von Schwindel und Ohnmacht befallen werden, Erscheinungen, die mehr oder weniger auf die Wirkung von Schwefelammonium zu beziehen sind. Aehnlichen Emanationen können sich die Arbeiter aussetzen, welche sich in den Gruben beschäftigen; man sollte daher alle Weichkufen oder Kalkäscher niemals in geschlossenen Räumen unterbringen und stets dieselben einige Zeit offen stehen lassen, ehe man zur Entleerung ihres Inhaltes schreitet.

Bekanntlich ist die Luft überall, wo thierische Substanzen dem Fäulnissprocesse unterliegen, ozonarm (s. Leimbereitung); in Gerbereien ist dies besonders der Fall. Welchen Einfluss dieser Umstand auf die menschliche Gesundheit ausübt, ist noch nicht sicher festgestellt; jedenfalls ist hierbei die individuelle Constitution zu berücksichtigen; Individuen mit reizbaren Respirationsorganen mögen sich unter solchen Verhältnissen oft wohl befinden, weshalb Gerbereien früher in dem Rufe standen, dass sie wohlthätig auf „Schwindsüchtige“ einwirkten. Man trifft übrigens nicht selten auch unter Gerbern Schwindsüchtige an und bedarf es stets der genauesten Untersuchung, um den Einfluss des Gewerbes auf die verschiedenen Constitutionen richtig ermessen zu können.

Kaum sollte man glauben, dass auch bei Gerbern Bleikoliken vorkommen, und doch ist dies der Fall, wenn z. B. Weissgerber zur Ausarbeitung des Leders Bleiweiss (Kremserweiss) gebrauchen, oder wenn Handschuhmacher zu ähnlichen Zwecken kieselsaure Bittererde benutzen, die oft 33% Bleiweiss enthalten kann. Auf diese Weise können bei diesen Gewerben alle Erscheinungen des chronischen Saturnismus (Gesichts- und Gehörschwäche, Anämie und Atrophie, Gelenkschmerzen und heftige Koliken) auftreten.

Im Kleingewerbe werden nicht selten loh- und weissgare Leder in Räumen getrocknet, die auch noch zu andern Beschäftigungen verwendet werden; es können sich dann die verschiedensten, vom Einfetten u. s. w. herrührenden Ausdünstungen nachtheilig geltend machen. In sanitärer Beziehung sind daher in Gerbereien von allen übrigen Werkstätten getrennte Trockenstuben von grosser Bedeutung. So muss auch der Boden der Werkstätten, in welchen das Reinigen der Häute vorgenommen wird, wasserdicht resp. asphaltirt und mit einem abschüssigen Boden versehen sein, damit alle fauligen Flüssigkeiten rasch zum Abfluss gelangen. Zum Desinficiren der verschiedenen Abfälle lässt sich die Süvern'sche Flüssigkeit (10 Th. gelöschter Kalk, 1½ Th. Theer, 1½ Th. Chlormagnesium) benutzen.

5) Je strenger die bestehenden Gesetze über die bei ansteckenden Thierkrankheiten zu ergreifenden Massregeln beachtet werden, je weniger sind die Gerber den Gefahren vor übertragbaren Thierkrankheiten ausgesetzt; schon die frühzeitige Behandlung der Thierhäute durch Einweichen und Kälken vermindert diese Gefahr.

Conserviren der thierischen Häute (S. 578—579).

In neuerer Zeit hat man statt der Carbolsäure die rohe Salicylsäure benutzt, um mit derselben die Fleischseite der Häute zu behandeln. Die Häute sollen dadurch gleichsam gegerbt werden; sicher wird auf diese Weise der Fäulnissprocess aufgehalten und der widrige Geruch vermieden.

Das Haar (S. 579—580).

1) Hitzig, Eduard: Studien über Bleivergiftung, Berlin 1868, p. 31.

Das Hutmacher-Gewerbe (S. 580—581).

1) Lewy: Die Gewerbekrankheiten der Hutmacher. Wiener Wochenschr. No. 25, 1869. Hillairet: Note sur un nouveau moyen de préparer sans mercure les poils de lièvre et de lapin destinés à la fabrication des chapeaux de feutre: extraits d'un mémoire sur l'intoxication mercurielle professionelle. Rapport. Bullet. de l'acad. de méd. No. 38, p. 1082. Jahresber. I. p. 479, 1872.

Federn (S. 582—583).

1) Petruschky: Ueber Desinfectionsanstalten. Militairärztl. Zeitung, 3. Heft 1873, Vierteljahrsschr. f. ger. Med., XIX. Bd. 1873, p. 200. Die beschriebenen Einrichtungen haben sich sehr gut bewährt und sind besonders da angebracht, wo es sich darum handelt, den ganzen Körper zu reinigen und zu desinficiren, sowie die einzigen Kleider der Betreffenden zu desinficiren. Es wurden zu diesem Zwecke Wasser-Brause-Vorrichtungen hergestellt, deren Temperatur je nach Stärke der Heizung resp. der Zuleitung von kaltem Wasser regulirt werden konnte.
2) Ein Rescript des Ministers für Handel u. s. w., den Trödel-Handel betreffend, erging unter dem 22. Mai 1870 und lautet:
„In den in Folge der Circ.-Verfügung vom 10. September v. Js. erstatteten Berichten — die Beaufsichtigung des Trödel-Gewerbes betreffend — ist von einer Anzahl von Behörden das Bedürfniss zum Erlass besonderer Controlvorschriften verneint worden. Mit Rücksicht hierauf halte ich eine gleichmässige Regelung des in Rede stehenden Gegenstandes für den ganzen Umfang der Monarchie nicht für angemessen. Es bleibt demzufolge das Gewerbe der Trödler da, wo nach dem Ermessen der Königl. Regierung auch ohne specielle Controlmassregeln ein die Sicherheit des Eigenthums und die Gesundheit des Publicums gefährdender Geschäftsbetrieb nicht zu befürchten steht, in Zukunft nur denjenigen Beschränkungen unterworfen, welche durch die Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni v. J. selbst vorgeschrieben sind. Wo jedoch nach den besondern Verhältnissen eines Bezirks oder einzelner Theile desselben die Nothwendigkeit hervortreten sollte, an Stelle der bisher geltenden, durch die Gewerbe-Ordnung für aufgehoben zu erachtenden polizeilichen Bestimmungen besondere Vorschriften über die Ausübung dieses Gewerbebetriebes, namentlich über die Führung von Geschäftsbüchern und die Handhabung der polizeilichen Controle, zu erlassen, ist die Regelung dieser Verhältnisse nach Massgabe der hierneben angeschlossenen Verordnung zu bewirken, welche unter ausdrücklicher Bezugnahme auf die von mir nach Massgabe des § 38 der Gewerbe-Ordnung vom 21. Juni v. J. gegebenen Vorschriften zu erlassen und auf Grund des Gesetzes über die Polizei-Verwaltungen vom 11. März 1850 zu publiciren ist."
Nach Lage der Gesetzgebung kann somit auf dem Polizei-Verordnungswege noch Vieles erreicht werden, was zum Schutze der öffentlichen Gesundheit erforderlich ist; der Schwerpunct liegt in der polizeilichen Controle.

Horngebilde (S. 583—584).

1) Das Einweichen der entkernten Hörner sollte im Bereiche grosser Städte nicht geduldet werden, da es der grössten Aufmerksamkeit bedarf, um die Anwohner vor einer grossen Belästigung zu schützen.

Darmsaitenfabrication (S. 584).

Bei der Concessions-Verleihung muss dem Concessionär zur Bedingung gemacht werden, nur frisches Material zu verarbeiten und die Abfallwässer in wasserdichten Gruben unter Zusatz von Kalk u. s. w. aufzubewahren, wenn ihr directer Ablauf in grosse Wasserläufe nicht möglich ist.

Leimindustrie (S. 584—586).

1) Bei der Bearbeitung der thierischen Abfälle ist eine ganz besondere Aufmerksamkeit auf die Speicherung des Rohmaterials in zweckmässig eingerichteten und mit den passenden Desinfectionsmitteln versehenen Lagerräumen zu richten.
Das Abfliessenlassen der Spülwässer in die Strassenrinnen veranlasst die

grössten Belästigungen und macht die betreffenden Strassen fast unbewohnbar, obgleich man noch grosse Städte antrifft, in denen solche Missstände ganze Stadtviertel verpesten

2) Wendet der Leimsieder diese Vorsichtsmassregel nicht an, so muss er jedenfalls den Siedekessel mit einem Abzugsrohre versehen, welches die Dämpfe in einen gut ziehenden Schornstein führt.

3) Becker: Sind Leimsiedereien der Gesundheit der Arbeiter nachtheilig? Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1857, p. 234.

Diese Frage ist a priori kaum zu beantworten. Es ist schon hervorgehoben worden, dass bei allen Fäulnissprocessen in der Luft Ozon nicht nachzuweisen ist; Schönbein hat gefunden, dass eine stark ozonisirte Luft durch eine Leimlösung sofort ihres Ozongehaltes beraubt wird. Becker zieht hieraus den Schluss, dass die Leimsiederei vor Brustaffectionen schütze, da Ozon nachtheilig auf die Respirationsorgane wirke und namentlich Katarrhe erzeuge. Es gilt daher das bei der Gerberei über die Wirkung des Ozons Gesagte auch in Betreff der Leimsiederei sowie der Knochensiederei.

Auch Verf. hat sowohl Leimsieder als Knochensieder stets die sanitäre Seite ihres Gewerbes rühmen hören. Wirklich ist ihm ein Fall bekannt geworden, der einen schwächlichen, von Aerzten für „tuberculös" anerkannten Arbeiter betraf; nach zwei Jahren fand Verf. ihn als einen rothwangigen, wohlgenährten Knochensieder wieder, der gar nicht mehr über Brustleiden klagte. Hier mögen neben der ozonärmern Luft auch die beständigen Wasserdämpfe wohlthätig eingewirkt haben, da das zu verarbeitende Material meist frisch war.

In einigen Städten, namentlich in Merseburg im Jahre 1850, will man auch die Beobachtung gemacht haben, dass die Leimsiederviertel am wenigsten Cholerafälle darboten; jedoch ist auf solche statistische Beweisführung nicht viel zu geben, wenn man dabei nicht alle Verhältnisse mit grosser Sorgfalt berücksichtigt. Nur darüber kann kein Zweifel obwalten, dass sowohl Gerbereien als Leimsiedereien den Anwohnern die grösste Belästigung bereiten können.

Die Knochen und ihre Verwerthung (S. 586—589).

1) Bisweilen wird durch Polizei-Verordnungen die Menge der in Städten aufzubewahrenden Knochen vorgeschrieben, eine Massregel, die nichl zu controliren und deshalb unzweckmässig ist. Es sollte vielmehr jedesmal die polizeiliche Erlaubniss zur Errichtung von Knochenlagern nachzusuchen sein, damit der Polizeibehörde die Prüfung der Zweckmässigkeit der Anlagen überlassen bleibt.

2) Das hierbei abfallende Chlorcalcium darf nicht in Schlinggruben abgelassen werden; mit vielem Wasser verdünnt, kann es zum Abfluss gelangen, da seine Menge nicht bedeutend ist.

Poudrette-Fabrication (S. 589—590).

1) Man vergl. das Petri'sche Verfahren S. 822.

Abdeckerei (S. 590—592).

1) Alle Abdeckereien sind in möglichst entlegenen Gegenden anzulegen. Die Höhe der Einfriedigung muss wenigstens 2,5 Meter betragen und mit einer Baumpflanzung, grünen Hecken u. s. w. versehen sein.

2) Nach dem durch Verfügung des Ministers der geistlichen u. s. w. Angelegenheiten vom 18. Januar 1876 mitgetheilten Gutachten der Wissenschaftl. Deputation für das Medicinalwesen (Berl. klin. Wochenschr. No. 6, 1876) kann das ausgeschmolzene Fett (Schmalz) völlig frei gegeben werden, also auch für den Gebrauch als menschliches Nahrungsmittel; es bedarf dazu gar keines Zusatzes, weder der Schwefelsäure noch eines andern Mittels. Das Ausschmelzen oder Ausbraten ist dem Auskochen vorzuziehen, da höhere Hitzegrade dabei auf das Fleisch und Fettgewebe einwirken. Ebenso unterliegt es keinem Bedenken, anderweitige Verwendungen der trichinösen Schweine zur technischen Verarbeitung zuzulassen, z. B. zur Seifen- und Leimbereitung. Die Verwendung der Borsten und der Haut bringt nicht die geringste Gefahr mit sich. Wo zweckmässige Anstalten zur chemischen Verarbeitung des ganzen Thieres bestehen, da ist es in jeder Beziehung ungleich besser, die Schweine ganz und gar in die Fabrik zu liefern und verarbeiten zu lassen, als sie zu vergraben, auch wenn sie vorher gekocht sind; denn erfahrungsgemäss wird das Kochen häufig nicht lange genug fortgesetzt und das Vergraben schützt trotz

des Bedeckens mit Kalk nicht ganz vor unterirdischen fleischfressenden Thieren. Jedenfalls wäre das Verbrennen dem Vergraben bei weitem vorzuziehen.

3) Man will besonders die Beobachtung gemacht haben, dass Hühner, welche mit faulem Fleisch gefüttert werden, höchst widerlich riechende Eier legen.

Photogen (S. 592—594).

1) Bei Benutzung der liegenden Retorten findet sich eine ähnliche Einrichtung, wie sie S. 341 abgebildet worden ist. Der vordere Verschluss der Retorte durch einen Deckel und ihre Verbindung mit dem Sammelrohr findet sich auch in Photogenfabriken; es liegen 10—20 solcher Retorten in einem Ofen. Von dem Sammelkasten aus streichen die Gase durch ein System von Eisenblechröhren, die auch bei der Destillation des Steinkohlentheers (s. diese) im Gebrauche sind, um ihre weitere Condensation zu bewirken. Ein besonderes Ausgangsrohr dient zur Ableitung der nicht condensirten Gase. Die Füllung der Retorten geschieht durch Hineinwerfen der Kohle in die vordere Oeffnung bei gleichzeitigem Verschlusse eines hintern Abschlussventils, das den Eintritt der atmosphärischen Luft in das Sammelrohr verhüten und somit der Gefahr einer Explosion vorbeugen soll. Die Kohle muss den Boden der Retorte stets gleichmässig bedecken. Die Arbeiter leiden hier viel von der Hitze beim Aufgeben der Kohle

Besser sind in dieser Beziehung die stehenden Retorten, obgleich auch hier Explosionen vorkommen können, wenn sich die Kohlengase mit der zu ihrer Explosion hinreichenden Menge atmosphärischer Luft vermengen. Die stehenden Retorten sind verticale, gusseiserne Cylinder und im Innern mit einem System von vertical übereinander liegenden Ringen versehen, die eine glockenförmige, nach aussen schräg abfallende Wandung haben und theilweise an einer durch den Cylinder gehenden Mittelachse mittels Stegen befestigt, theilweise durch an der Innenseite ihrer Wandung angebrachte Knaggen übereinander geschichtet sind. Durch diese Glocken entsteht somit ein zweiter cylindrischer Raum, welcher mittels der zwischen ihnen befindlichen Lücken mit der zwischen Glocken- und Cylinderwandung befindlichen Luftschicht — Schweelschicht — in Verbindung steht. Nach unten läuft der Cylinder in einen Conus aus, der mit einem cylindrischen Kasten (Schieberkasten) in Verbindung steht. Dieser Kasten ist durch einen Schieber nach oben von dem Conus abgeschlossen und kann durch einen zweiten Schieber nach unten entleert werden Oben ist der Cylinder mit einem Glockenhute versehen, auf den die Kohle aufgegeben wird, damit sie zwischen Cylinder- und Glockenwand hinabrutscht. Zweckmässig ist es, den Cylinder mit einem Chamottemantel zu umgeben, der nicht bloss die Haltbarkeit sichert, sondern auch die Arbeiter vor der strahlenden Hitze schützt. Feuerzüge, die rund um den Cylinder verlaufen und mit einer unten und seitlich gelegenen Feuerung verbunden sind, erhitzen die Cylinderwände bis zur Rothgluth: die sich entwickelnden Gase treten zunächst in den Raum innerhalb der Glocke und dann durch zwei seitlich gelegene Abzugsrohre in einen Sammelkasten behufs Condensation. Die Koks sammeln sich im Conus des Cylinders an und werden zeitweilig in den Schieberkasten abgelassen. Diese Manipulation ist der wichtigste Act und ist es sehr zweckmässig, das untere Ausgangsrohr des Cylinders durch eine Drosselklappe abzuschliessen, damit nicht die im Schieberkasten befindliche atmosphärische Luft in das Sammelrohr steigt und eine Explosion veranlasst. Um so leichter ist dies der Fall, wenn unter Mithülfe eines Exhaustors die Gase in das Sammelrohr abgesaugt werden. Wirklich sind auch die meisten Fälle von Explosionen auf das Eindringen der atmosphärischen Luft zurückzuführen; eine Hauptaufgabe besteht daher auch darin, das Abrutschen der Kohle durch ein rechtzeitiges Nachschütten frischer Kohlen regelmässig zu bewirken, um den Eintritt der atmosphärischen Luft zu verhüten. Auch empfiehlt sich eine mechanische Vorrichtung, durch welche der Koksabzieher im Stande ist, vom Schieberkasten aus mittels einer Kette, die über eine Rolle läuft, den Hebearm der Drosselklappe auf und ab zu bewegen und somit selbst einzustellen. Diese wichtige Arbeit kann auf diese Weise prompter ausgeführt werden, als wenn ein besonderer Arbeiter die Drosselklappe zu bedienen hat.

In sanitärer und technischer Beziehung verdient die Einführung der überhitzten Wasserdämpfe noch mehr Empfehlung, durch welche die Kohlen in einer umfangsreichen Retorte geschweelt werden, während die Condensation durch Wasserkühlung erfolgt.

2) Das Verfahren bei der Condensation des Benzins geschieht nach den allgemeinen Grundsätzen, bedingt aber auch die Feuergefährlichkeit solcher Fabriken. Trennung der verschiedenen Arbeitsräume ist daher das erste Erforderniss; ferner müssen

sämmtliche Gasflammen oder Lampen mit einem Glaskasten versehen werden. Dies ist auch im Retortenhause nothwendig, weil immerhin noch Kohlengase aus den Leitungsröhren in Folge zufälliger Undichtheiten entweichen können. Daher ist auch Holzwerk im Retortenhause zu vermeiden; das in alten Fabriken noch vorhandene Holz ist mit Wasserglas anzustreichen.

2) Volkmann in der Sammlung von Vorträgen, 1875.

4) Die Reinlichkeit muss sich namentlich auch auf den Fussboden erstrecken, der am besten zu asphaltiren ist, um ihn häufig mit Wasser abzuspülen.

Petroleum (S. 595—597).

1) Bei der chemischen Wäsche ist gegenwärtig Petroleumbenzin fast ausschliesslich im Gebrauche; diese umfasst 1) das Sortiren der Gegenstände nach Art des Gewebes, 2) das Bürsten des Gegenstandes auf einem mit Marmorplatten bedeckten Tische mit Benzin, 3) das Einbringen in die Waschmaschine, welche aus einer äussern feststehenden und innern beweglichen liegenden Trommel besteht; letztere ist aus von einander abstehenden Latten construirt und mit verschliessbaren Einfallthüren versehen. In die äussere Trommel füllt man das Benzin so ein, dass es einige Zoll hoch in der innern Lattentrommel einsteigt; dann bringt man die vorbereiteten Waschstücke in die Lattentrommel und setzt diese in langsame Umdrehung; 4) das Ausspülen in frischem, reinem Benzin; 5) das Trocknen mittels der Schleudermaschine; 6) das Trocknen in einer stark geheizten und gut ventilirten Trockenstube. Hierauf wird das Zeug appretirt und detachirt.

Das mit Fett und Schmutz beladene Benzin wird in grossen Reservoirs gesammelt, mit Schwefelsäure vermischt, dann stehen gelassen, vom Bodensatz abgezogen und in kupfernen Destillirgefässen destillirt. In den Fabrikräumen ist der Geruch nach Benzin sehr verbreitet und berührt den aus freier Luft Eintretenden unangenehm. Die meisten Arbeiter gewöhnen sich an denselben, obgleich auch manche Arbeiterin genöthigt ist, diese Beschäftigung zu verlassen, namentlich wenn ein anhaltender Kopfschmerz und eine wüste Eingenommenheit des Kopfes den Aufenthalt in solchen Räumen unerträglich macht. Nur die kräftigste Ventilation ist im Stande, den Geruch einigermassen zu mässigen; jedenfalls sind sehr hohe Werkstätten nothwendig. (cf. S. 879, No. 9.)

2) Beim Transport des rohen, nicht rectificirten Petroleums sind alle Vorsichtsmassregeln wie beim Transport des Pulvers und Nitroglycerins zu beobachten. Es darf nur auf besondern Schiffen ohne alle Feuerung verladen werden; diese Schiffe müssen mindestens 200 Schritte entfernt von andern Fahrzeugen oder bewohnten Gebäuden anlegen; die Polizeibehörde weist einen bestimmten Liegeplatz an und bestimmt die Frist, innerhalb welcher die Löschung der Petroleumladung zu erfolgen hat, sowie den Lagerraum.

Auf Eisenbahnen sollte Rohpetroleum gar nicht zugelassen werden; höchstens dürfen besondere Waggons von Güterzügen, die nicht mit Laternen versehen sind, benutzt werden. Während des Ausladens darf kein Licht oder Feuer in der Nähe sein, auch kein Tabak geraucht werden. Fuhrwerke, die mit Rohpetroleum beladen sind, müssen unter beständiger Aufsicht gehalten werden.

Die schrecklichen Unglücksfälle, die in neuerer Zeit auf Dampfschiffen durch Einladen von feuergefährlichen Substanzen (Benzol, Nitroglycerin) entstanden sind, sollte endlich zur strengsten Controle in dieser Beziehung Anlass geben.

3) cf. Felix in der Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., Bd. IV. 1872.

4) Auf Grund eines Circ.-Erlasses des Ministers für Handel u. s. w. und des Innern vom 14. December 1869 sind Seitens der Regierungen Polizei-Verordnungen erlassen worden, die nicht mehr als 30 Pfund Petroleum in den Verkaufslocalen zulassen; es wird diese Bestimmung aber selten aufrecht erhalten.

Vorräthe bis zu 500 Pfund können in den mit den Verkaufslocalen in Verbindung stehenden Kellern oder zur Ebene gelegenen Speicherräumen lagern, wenn diese gehörig ventilirt sind und keine Abflüsse nach aussen haben. Der Fussboden des zur Aufbewahrung des Petroleums oder Photogens dienenden Theils muss aber mit einer 8 Ctm. hohen Sandschicht bedeckt sein, die mit einer aus feuerfestem Material hergestellten Umfassung zu umschliessen ist; der Raum zwischen dieser und den Lagerfässern muss ½ Meter breit sein.

Vorräthe über 500 Pfund bis zu 25 Centnern dürfen nur in feuersichern, gewölbten, von Holz construirten freien Räumen lagern, in deren Mitte eine Senkgrube liegt, nach welcher der Boden nach allen Seiten hinfällt. Die eisernen Thüren sind wenigstens 16 Ctm. über dem Fussboden anzulegen und die Fenster mit durch Eisenblech verkleideten Laden zu versehen. Künstliche Beleuchtung ist nur von aussen anzubringen.

Mengen über 25 Centner sind wenigstens 150 Meter weit von andern Baulichkeiten unter den obigen Bedingungen so anzulegen, dass sie von allen Seiten mit Löschgeräthen befahren werden können.

Kreosot (S. 597—598).

1) Das Buchholztheerkreosot, das vorzugsweise aus Kreosol und Guajacol besteht, unterscheidet sich wesentlich vom Steinkohlentheerkreosot, welches wenig Kreosol, Guajacol und Brenzcatechin, dagegen hauptsächlich Phenol enthält.

Unter den letzten Producten der Destillation des Buchholztheers erhält man eine farblose, kreosotartig riechende und bei 270° siedende Flüssigkeit, die sich durch Zusatz von Kaliumbichromat bräunt und bald darauf violettschillernde Krystalle absetzt. Diese sind identisch mit dem von Liebermann benannten Coerulignon, ein Körper, der im rohen Holzessig angetroffen wird. Durch Reduction erhält man nach Liebermann aus demselben Hydrocoerulignon. Coerulignon ist identisch mit einem Körper, den v. Reichenbach Cedriret (Cedrum Holzessig, rete Netz) genannt und aus dem Theeröle isolirt hat. Man hat Coerulignon zum Zeugdruck benutzt.

Leuchtgas (S. 598—603).

1) Das Regenerationsverfahren ist, in grossartigem Massstabe ausgeführt, für die Anwohner oft sehr belästigend, weil der Schwefelgehalt der Masse bei stärkerer Erhitzung Anlass zur Entwicklung von schwefliger Säure gibt. Benutzt man besondere Trockenräume, so darf man die Masse nicht auf Haufen schütten, sondern muss sie möglichst gleichmässig ausbreiten; dabei stelle man eine Verbindung mit dem Schornstein her, um die etwa auftretende schweflige Säure mit den Rauchgasen abzuleiten.

Eine andere Belästigung für die Anwohner entsteht leicht bei einer unzweckmässigen Behandlung der Aufsteigeröhren, wenn sich die Theerproducte angesammelt haben und dem Durchgange des Gases hinderlich sind: sucht man dieselben nämlich durch Einführen von glühenden Stangen wieder frei zu machen, so entwickelt sich ein höchst unangenehmer Qualm, der überall Russ ablagert und in vielfacher Beziehung den Anwohnern zur Qual wird. Dieses sog. „Ausbrennen" ist auch mit Feuersgefahr verbunden und sollte gar nicht geduldet werden. Man soll die Aufsteigeröhren stets nur auf mechanischem Wege durch Auskratzen u. s. w. reinigen.

2) Böhm im Chem. Centralbl. No. 48 1873.

3) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 159.

4) Die Beziehung der Luft zur Wohnung u. s. w., p. 87.

Aehnliche Beobachtungen haben gemacht: de Chaumont (Lancet, 25. Oct. 1873), Jacobs (Berliner klin. Wochenschr. No. 27 1874), Taylor (Edinb. med. Journ., July 17. 1874).

Ueber die Erlaubniss zur Benutzung der Chausseen und öffentlichen Strassen zum Einlegen von Röhren handelt ein Erlass des Ministers für Handel u. s. w. vom 4. März 1857. Ueber sonstige Bedingungen vergl. man auch Ministerialbl. 1856, S. 72—97.

5) Diehl und Jelgen: Gasbeleuchtung und Gasverbrennung. Iserlohn 1872.

Der hydrostatisch-galvanische Gas-Anzünder von Klinkerfues (Journ. f. Gasbeleuchtung 1872, p. 9) ist zu complicirt, um Eingang zu finden. Mehr Beifall findet der pneumatisch-elektrische Entzündungsapparat von Beau (Deutsche Indust.-Zeitung 1875 p. 473, Wagner's Jahresber. 1874 p. 1097).

6) Ammoniak im Leuchtgase ist besonders in Seidenfabriken sehr nachtheilig, da es alle seidene Stoffe angreift.

7) Sindermann (Deutsche Industriezeitung 1875, p. 157) hat Leuchtgas aus Fäcalmassen dargestellt, wobei das Tonnensystem erforderlich ist. Eine an Calciumphosphat reiche Kohle bleibt, während Ammoniakwasser, Fett und Theer gewonnen wird. Das Verfahren scheint aber nach Troschel (Journ. f. Gasbeleucht. 1875, p. 510) nicht rentabel zu sein, da die Qualität des Gases nicht die des Steinkohlengases erreicht, auch der Preis desselben wegen der grössern Anlagen weit höher ist.

Darwin (Ber. der Deutsch. chem. Ges. 1875, p. 169) mengt den durch Fällen von Cloakenflüssigkeit mit Kalk erhaltenen Niederschlag mit Petroleum und verarbeitet ihn auf Leuchtgas.

Bekanntlich werden die Rückstände beim Raffiniren des Petroleums zur Gas-

erzeugung benutzt. Die hierzu erforderlichen Apparate haben Hirzel und Riedinger angegeben.

Das Petroleumgas eignet sich sehr gut zur Erhöhung der Leuchtkraft eines geringwerthigen Gases. Schon S. 360 ist von den bei der Gasificirung auftretenden Gasen die Rede gewesen; es genüge daher, hier nochmals auf die Nothwendigkeit, das Gas mit Kalk zu reinigen, hinzuweisen, obgleich die Benutzung des Petroleumgases noch nicht sehr verbreitet ist. Auch soll man sorgfältig darauf achten, dass die Retorten erst nach dem vollständigen Erkalten entleert werden, widrigenfalls höchst belästigende Gerüche entstehen. Der Gasometer darf niemals mit der Feuerung in einem Raume liegen; am allerwenigsten darf man unterirdisch überwölbte Räume wählen. Auch die für den Gasometer bestimmten Cisternen müssen ganz wasserdicht sein, damit nahe gelegene Brunnen nicht verdorben werden.

8) Jede trockne Destillation ist im Allgemeinen mehr oder weniger mit Belästigung für die Nachbarschaft verbunden. Ausser dem Ausbrennen der Aufsteigeröhren ist auch das Ablöschen der Koks (s. S. 340) zu erwähnen, welches niemals in der Nähe bewohnter Häuser vorgenommen werden sollte.

Häufig wird das Ammoniakwasser in den Leuchtgasfabriken selbst bearbeitet; dann sind auch hier die bereits erwähnten Vorsichtsmassregeln (s. S. 227) anzuwenden. Der Gaskalk darf niemals im Fabriklocal, namentlich nicht im Retortenhause, aufgespeichert werden; es sind stets besondere Räume mit wasserdichtem Fussboden hierzu erforderlich. Beim Lagern im Freien kann er durch den Regen ausgelaugt werden und dann leicht Anlass zum Verderben der benachbarten Brunnen geben.

Auch der Gasometer sollte in einem besondern, gut ventilirten Gebäude liegen, um namentlich die Einwirkung des Frostes auf das Gaswasser zu verhüten; ebenso muss der für den Gasometer bestimmte Raum von allen Seiten zugängig sein, damit bei einem Brandunglück die Löschapparate zweckmässig aufgestellt werden können. Das betreffende Gebäude darf des Abends nur mit der Davy'schen Sicherheitslampe betreten werden, die auch in allen übrigen Räumen zu verwenden ist, in denen man das Auftreten von Leuchtgas zu befürchten hat; es ist dabei stets das grösste Gewicht auf die vollständige Condensation der Gase und Dämpfe sowie auf die möglichste Dichtigkeit der Destillationsapparate zu legen, was auch durch die Rücksicht auf das Wohl der Arbeiter erfordert wird, um Unglücksfälle durch Gasvergiftung zu verhüten. Meist ist namentlich das Retortenhaus so geräumig, dass von einer nachtheiligen Einwirkung der Hitze oder des Staubes auf die Arbeiter kaum die Rede sein kann.

Rectification des Steinkohlentheers (S. 604—605).

1) Lunge: Destillation und Verarbeitung des Steinkohlentheers. Braunschw. 1867. Manouvriez: Malad. et hyg. des ouvr. travaill. à la fabric. de houille et de brai. Annal. d'hyg. publ. 1876, p. 459.

Die aromatischen Körper (S. 606—623).

1) Die Umwandlung von Nitrobenzol in Anilin durch den thierischen Organismus wird von manchen Autoren (Guttmann) in Abrede gestellt, kann aber durch das Experiment nachgewiesen werden. Wie es scheint, ist dies bei Vergiftungen, die einen raschen letalen Ausgang haben, weniger möglich als bei solchen von längerer Dauer.

Die Spaltung von Nitrobenzol in Pikrinsäure gab sich schon durch die höchst auffallende gelbe Färbung der Schleimhaut des ganzen tractus intestin. kund und wurde wahrscheinlich durch den langsamen Verlauf der Vergiftung mit bedingt.

2) Starkow: Zur Toxikologie der Benzingruppen in Virchow's Arch. 1871, p. 464.

3) Die Literatur über Vergiftungen durch Nitrobenzol ist sehr reich; man vergl. namentlich: Schenk (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic. 1866, p. 374), Lehmann (loc. eod. 1870, 1. Heft), Kreuser (Würtemb. medic. Correspondenzbl. No. 36, Bd. 37, p. 207), Riefkohl (Deutsche Klinik No. 18, p. 49, 1868), Bruglechner (Bayer. ärztl. Intelligenzbl. XXII. 1. 1875).

4) Der Branntweingenuss muss deshalb in allen Fabriken, in denen Nitrobenzol fabricirt oder verwendet wird, streng verboten werden. Erfahrungsgemäss hat sich derselbe auch überall als schädlich herausgestellt.

5) Helbig (Deutsche Militairärztl. Zeitung 1, p. 36, 1873) berichtet über 18 Soldaten, die aus Versehen Nitrobenzol statt Branntwein getrunken hatten. cf. Schumacher u. Spängler (Wiener Wochenschr. No. 12, p. 230, 1875). Jüdell: Die Vergiftung durch Blausäure und Nitrobenzol in forens. Beziehung u. s. w., Erlangen 1876.

6) Americ. Journ. of med. scienc., July 1865.
7) Machin in Med. Times and Gaz., March 7, p. 220, 1868; Jahresber. I., p. 339, 1868. Köhler im Würtemb. medic. Correspondenzbl. No. 6 u. 7, 1872. Hoppe-Seyler im Arch. f. d. ges. Phys. 1872, p. 470.
8) Berl. klin. Wochenschr. vom 22. Dec. 1873. Hoffmann, W.: Beiträge zur physiologischen Wirkung der Carbolsäure. Dissert. Dorpat 1866.
9) So theilt Schwarz (Vierteljahrsschr. f. ger. Medic., 19. Bd., p. 329, 1873) einen Vergiftungsfall mit, in dem statt Carlsbader Wasser Carbolsäure getrunken wurde. Jeffreys und Hainworth in Med. Times and Gaz. 1871, No. 1085. Centralbl. f. med. Wissensch. No. 33, 1871.
10) Bert u. Jolyet, Gaz. méd. de Paris No. 16—19 1872. Schmidt's Jahrb., 161. Bd., No. 3, p. 236. Salkowski im Arch. f. d. ges. Physiol., V. Bd. p. 335, 1872.
11) Ueber die Wirkung der Carbolsäure bei verschiedenen Thieren vergl. man Husemann, Deutsche Klinik No. 32—46, 1871. Derselbe empfiehlt Calcaria saccharata als Antidot, ein Mittel, welches höchst widerlich schmeckt und leicht Erbrechen erregt. Neumann, Isidor, in der Wiener med. Wochenschr. No. 35, 1867.
12) Ausführlich handelt hierüber Lemaire: De l'acide phénique, de son action, etc. Paris 1863.
13) Genaueres über die Einwirkung der Phenolfarben berichten Eulenberg und Vohl: Ueber den schädlichen Einfluss der Theerfarben. Vierteljahrsschr. f. ger. Med., XII. Bd. p. 300, 1869.

Ueber verschiedene Ansichten hinsichtlich der Wirkung des Corallins vergl. man Tardieu (Annal. d'hyg. publ., Avril 1869), welcher 8 Fälle mittheilte, in denen durch das Tragen von mit Corallin gefärbten Strümpfen ein Bläschenausschlag an den Füssen entstand. Da die Versuche an Thieren die Giftigkeit dieses Corallins herausstellten, so war das Präparat jedenfalls unrein.
Laudrin, Bourgongnon und Guyot erklären das reine Corallin ebenfalls für ungiftig. Compt. rend., T. 68, No. 26, 69, p. 388.

Hinsichtlich des Eosins ist zu erwähnen, dass man schon mit der Darstellung desselben im Grossen begonnen hat. Die Phthalsäure wird zunächst in der Fabrik dargestellt (s. S. 648) und das Resorcin (s. S. 618) durch Schmelzen von Harzen, namentlich Galbaumharz, mit Kaliumhydrat gewonnen. Seine Darstellung aus Phenol unterliegt noch vielen Schwierigkeiten und werden die ersten Versuche noch mit Geldopfern verknüpft sein. Es lässt sich noch nichts Bestimmtes über die sanitäre Seite dieser Fabrication sagen.

Von dem Phenylbraun ist noch das Phenylen- oder Bismarckbraun zu unterscheiden, das sich bei Einwirkung von salpetriger Säure auf salzsaures Diamidobenzol bildet (s. S. 623 u 634).
14) Beneke, Berthold, im Centralbl. f. d. med. Wissensch. No. 4, 1865.
15) Pariset: Propriété therap. de l'acide picrique et spécial de son emploie comme succédané du sulfate de quinine. Thèse. Paris 1868.

Pariset beobachtete bei Fröschen, die schon durch 1 Ctgrm. in wenigen Stunden getödtet wurden, ein Aufhören der Herzschläge vor dem Erlöschen der Motilität und Sensibilität. Pikratisation nennt er den Zustand, der sich durch Nierenreizung, einen orangegelb bis blutroth gefärbten Urin, Verminderung der Urinsecretion, einen Pseudoicterus auszeichnet und sich nach der Grösse der Gabe (ca. 5 Ctgrm., 1 Decgrm., 1½—2 Decgrm.) in 14, 8, 5 oder 2—3 Tagen ausbilden kann.

Aeltere Beobachtungen über die Giftigkeit der Pikrinsäure rühren von Rapp und Föhr her: Dissert. de effect. ven. mat.-amar. Weltheri. Tübingen 1827. Sie fanden, dass Hunde durch 10 Gran in 1—2 Stunden zu Grunde gingen.
Seitz (Deutsche Klinik No. 40, 1855) und Erb (Die Pikrinsäure, Würzburg 1865) haben mehr die pikrinsauren Alkalien berücksichtigt. Nach letzterm Beobachter vertrugen Kaninchen von pikrinsaurem Kalium 1 Gran (0,06 Grm.) längere Zeit ohne Nachtheil, während sie bei einer Dosis von 0,18 Grm. durch Inanition zu Grunde gingen. 0,5—0,6 Grm. tödteten die Kaninchen binnen 24 Stunden. Kräftige Menschen können längere Zeit 0,5—0,9 Grm. ohne Schaden nehmen, während Kinder nach 0,5 Grm. in Erbrechen, Appetitlosigkeit und Mattigkeit verfallen.

Beneke nahm selbst 0,9 Grm. pikrinsaures Kalium binnen 11 Tagen und litt dann an Kolikschmerzen und reichlicher Diarrhoe. Als er später binnen 6 Tagen 7,50 Grm. mit Opium genommen hatte, bildete sich am 5. und 6. Tage ein vollständiger Icterus aus, zu dem sich starkes Hautjucken und das Gefühl höchster Ermüdung gesellte, so dass von weitern Versuchen Abstand genommen werden

musste. In dem dunkelbraunen, fast schwarzbraunen Urin konnte keine Pikrinsäure nachgewiesen werden.

Bei der fabrikmässigen Darstellung der Pikrinsäure ist immerhin auf die Unschädlichmachung der Dämpfe die grösste Sorgfalt zu verwenden, da ausser der salpetrigen Säure stets die mit den Wasserdämpfen sich verflüchtigende Pikrinsäure in Betracht kommt, worauf wiederholt aufmerksam zu machen ist. Was die Condensation der Dämpfe betrifft, so gilt in diesem Puncte überall das bei der Salpetersäure (S. 251—252) Hervorgehobene. Je grösser der Fabrikbetrieb ist, desto sorgfältiger hat man daher auch die Absorption resp. Condensation der Dämpfe im Auge zu behalten, zu welchem Zwecke sich, wie bei der Salpetersäure, ganz besonders Vorlagen von Steingut in Form der Woulf'schen Flaschen eignen. Auch sind die Glasretorten immer mehr den Retorten von Steingut gewichen, so dass letztere gegenwärtig bei der für die Technik zu verwendenden Pikrinsäure fast ausschliesslich benutzt werden. Zur Erhitzung bedient man sich statt der directen Feuerung mehr des Wasserbades.

16) Ferrand: Falsification de la bière par l'acide picrique im Journ. de chim. méd., Fev., p. 85. Jahresber. I. p. 340, 1868.

17) Annal. d. Chem. u. Pharmac., 58. Bd. p. 244, 1871.

18) Personne in Compt. rend. 740, 1869.

19) Jüdell, G.: Ueber das Verhalten der Pyrogallussäure im Organismus in Hoppe Seyler's med.-chem. Unters., 3. Heft p. 419, Berlin 1868.

20) So werden Respirationsbeschwerden, namentlich Katarrhe, bald auf Anilin-, bald auf Nitrobenzoldämpfe zurückgeführt. Beide Arten von Dämpfen entfalten aber keine auffallenden Symptome von Reizung der Respirationswege; nur Brustbeklemmung ohne Husten gehört zu den charakteristischen Symptomen der Anilindämpfe, während Nitrobenzoldämpfe nur in den schwersten Fällen Dyspnoe erzeugen.

Wo Reizungen der Brustorgane auftreten, muss man ganz besonders die Fabrication der Salpetersäure, wenn diese in Nitrobenzolfabriken selbst dargestellt wird, im Auge behalten. So konnte in einem concreten Falle das Eintreten von Asthma, an welchem ein in der Nähe einer Nitrobenzol- resp. Anilinfabrik wohnender Mann litt, weit eher mit den bei der Fabrication der Salpetersäure sich sehr stark entwickelnden salpetrigsauren Dämpfen in Verbindung gebracht werden, als mit der Fabrication von Nitrobenzol, obgleich auch hierbei die mögliche Verflüchtigung der salpetrigsauren und salpetersauren Dämpfe im Fabrikraum sehr zu berücksichtigen ist (s. S. 609). Im letztern Falle werden aber mehr die Arbeiter als die Adjacenten geschädigt.

Häufig wird auch der von Mackenzie (Med. Times and Gaz., March 1862, Schmidt's Jahrb., 114. Bd. p. 300) veröffentlichte Fall als ein Beitrag zu der schädlichen Wirkung der Anilindämpfe betrachtet. Der betreffende, in halber Bewusstlosigkeit vorgefundene 18jährige Arbeiter hatte zwar in einer Anilinfabrik gearbeitet, aber seine Kleider und sein Körper rochen stark nach Benzol, so dass die Annahme einer schädlichen Einwirkung der Benzoldämpfe viel näher liegt. Diese Fälle sollen nur zur Illustration der Thatsache dienen, wie vorsichtig man in der Beurtheilung der Schädlichkeiten von gewerblichen Einflüssen sein muss und wie sorgfältig der Arzt die Wirkung der verschiedenen Agentien, die hier zur Einwirkung gelangen, von einander halten muss.

21) Ueber die Wirkung von Anilin vergl. man: Schuchardt in Virchow's Archiv, 20. Bd., 5. u. 6. Heft 1861; Ollivier und Bergeron im Journ. de Physiol. 1863, p. 368; Knaggs in Med. Times, Juni 7. 1864; Daendliker im Jahresber. des Cantons Zürich 1862, p. 118; Kreuser im Correspondenzbl. f. gem. Arb., Juli 1864; Turnbull in Annal. de Therap. 1863; Letheby in Brit. and For. med. chim. rev., Oct. 1863; Sonnenkalb: Anilin und Anilinfarben. Leipzig 1864.

22) Ueber die Wirkung von Anilin auf die Circulation hat Hirt (Die gewerblichen Vergiftungen. Leipzig 1875, p. 91. 3. Th. der Krankheiten der Arbeiter) specielle Versuche an Thieren angestellt.

23) Laillier: Vergiftung mit salzsaurem Anilin (L'Union 67, 1873). Es waren Compressen, getränkt mit ca. 50 Grm. Lösung von 10%, auf den mit Psoriasis behafteten Vorderarm gelegt worden. Es entstanden darnach Erbrechen, Incontinenz der Blase, choleraähnliches Aussehen ohne Diarrhoe und sehr stark ausgeprägte Cyanose.

24) Jaffé (Berl. klin. Wochenschr. No. 21 1873, Archiv f. experiment. Pathol. 1874, Bd. 11, p. 6) hat das salpetersaure Diazobenzol bei Kaninchen geprüft. 0,03—0,5 Grm. tödteten nach einer subcutanen Injection unter allen Erscheinungen der Asphyxie mit terminalen allgemeinen Convulsionen. Die Todesursache sucht er in reichlicher Gas- resp. Stickstoffentwicklung im Herzen und in den Gefässen.

Es fragt sich aber, ob nicht Phenol einen grössern Antheil an der Wirkung hat. Salpetersaures Diazobenzol heisst auch Knallanilin, da es durch Erwärmen noch leichter als Knallquecksilber explodiren soll.

25) Safranin wird auch Anilinrosa oder Anilinpink genannt. Seine sämmtlichen Salze charakterisiren sich dadurch, dass sich die rothbraune Farbe durch Schwefelsäure in eine violette verwandelt, die mit der Vermehrung der Säure tiefblau wird, um dann in Dunkelgrün und Lichtgrün überzugehen. Mauveïn kann man für phenylirtes Safranin halten, dessen Formel $C_{27}H_{24}N_4$ als gleich $C_{21}H_{19}(C_6H_5)N_4$ zu betrachten ist.

Toluol (S. 603—638).

1) Kolbe im Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 10, p. 89, 1874.
v. Heiden in der Deutschen Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., 6. Bd., 3. Heft 1874, p. 539
Phenol und Kohlensäure $C_6H_5(OH) + CO_2$ ist $= C_6H_4(OH)CO_2H$ od. $C_7H_6O_3$, d. h. Salicylsäure.

Nach Kolbe löst man in käuflicher starker Natronlauge so viel krystallisirtes Phenol, dass Natron und Phenol sich gradezu absättigen. Nach dem Eindampfen erhitzt man die resultirende teigige Masse bis zur staubigen Trockne. Das entstandene Product (Phenolnatrium C_6H_5ONa) wird in einer metallenen Retorte mittels eines Oelbades langsam unter beständiger Einleitung von trockner Kohlensäure bis auf 180° erhitzt. Bei dem chemischen Vorgange wird die Hälfte des Phenols unter Bildung von salicylsaurem Natrium regenerirt:

$$2\,C_6H_5ONa + CO_2 = C_6H_4(ONa)CO_2Na + C_6H_5OH.$$

Auf Zusatz von Salzsäure wird die Salicylsäure frei, welche durch Umkrystallisiren gereinigt wird. Sie ist in kaltem Wasser schwer, in heissem ziemlich leicht löslich und bildet als Methyläther den Hauptbestandtheil des Wintergreenöls (Oel aus Gaultheria procumbens). Sie ist eigentlich eine einbasische Säure, aber zugleich ein Phenol und vereinigt sich daher mit einer starken Base. Bei der Destillation mit Kalk zerfällt sie wieder in Kalk und Kohlensäure.

Die der Salicylsäure nahestehende Benzoësäure gewinnt immer grössere technische Bedeutung und wird in grossen Mengen aus dem Rinderharn dargestellt. Auf die Verkohlung und die Behandlung mit Schwefelsäure folgt die Sublimation, Proceduren, welche in sehr gut geschlossenen Apparaten stattfinden müssen. Trotzdem ist eine Belästigung für die Anwohner nicht zu vermeiden und sollte die Fabrication gleich der Blutlaugensalzfabrication nur an einsamen, von menschlichen Wohnungen entfernt liegenden Orten gestattet werden.

2) Girard et de Laire: Traité des dérives de la houille applicables à la production des matières colorantes. Avec 12 planches gravées à l'echelle représentant les appareils employés à la fabrication. Paris 1873.
Wurtz: Progrès de l'indust. des matières colorantes artific. Paris 1876.
Ueber die giftigen Eigenschaften der Anilinfarben s. Bergmann in Prag. Vierteljahrsschr., p. 109 1865.

3) Die grössten Schwierigkeiten bereiten die Arsenrückstände der Anilinfarbenfabriken Eine Untersuchung derselben aus 6 Fabriken ergab folgendes Resultat:

1 Liter Inhalt.	Aussehen.	Die Flüssigkeit reagirte	Wird neutralisirt mit Kaliumcarbonat.	Liefert Bodensatz bei 100° getrocknet	Enthält Arsenverbindungen: gelöste Arsensäure	ungelöste Arsensäure	Zusammen
1	roth mit röthlichem Bodensatz . .	neutr.	—	20 Grm	1,66	4,07	5,73
2	blaugrün m. grünem Bodensatz . .	sauer	7,3	1,11 „	0,1	nicht bestimmt.	—
3	dunkelgrün m. wenig Bodensatz . .	sauer	20,0	6,2 „	0,26	dito.	—
4	gelblich mit reichl. Bodensatz . .	schw. sauer	nicht best.	60,0 „	2,7	0,9	3,6
5	braun mit wenig Bodensatz . .	sauer	52,4	6,4 „	18,0	nicht bestimmt.	—
6	tiefroth mit reichlichem Bodensatz	sauer	26,6	56,0 „	7,4	4,8	12,2

Den durchschnittlichen Gehalt der Effluvien an Arsen kann man auf 1% festsetzen. Es entsteht nun die schwierige Frage: welcher Behandlung sollen dieselben unterworfen werden? Das hierbei bisher beobachtete Verfahren variirt sehr; viele Fabriken, die an grössern Flüssen, z. B. am Rhein und Main, liegen, haben schon seit Decennien den directen Abfluss in die Wasserläufe bewirkt, ohne dass bis jetzt ein nachweisbarer Schaden daraus erwachsen ist; wenigstens sind noch niemals Vergiftungen durch den Genuss von Rhein- und Mainwasser bekannt geworden, wobei aber immerhin andere, weniger in die Augen fallende Gesundheitsschädigungen vorgekommen sein können.

Die Ursache dieser auffallenden Erscheinung ist nur in dem Eisengehalt der Flüsse zu suchen; es bildet sich bald Arseneisen, welches sich wegen seiner Unlöslichkeit niederschlägt. Erfahrungsgemäss findet man stets im Schlamm der genannten Flüsse Arseneisen.

Im Regierungsbezirke Düsseldorf, in welchem sehr bedeutende Anilinfabriken im Betriebe sind, ist der directe Abfluss der arsenhaltigen Abfallwässer nicht gestattet; sie müssen in wasserdichten Reservoirs aufgespeichert und unter Kalkzusatz eingedampft werden.

Mit welchen Schwierigkeiten dies Verfahren verbunden ist, geht aus der Thatsache hervor, dass in grossen Fabriken jährlich 1000 Centner arsenige Säure verbraucht werden. Von 130—150,000 Liter täglicher Abfallwässer sind wenigstens 30—50,000 Liter arsenikalische Laugen.

Es würde immer einem grossen Bedenken unterliegen, diese ganze Masse den Flüssen zu überliefern; unter allen Umständen sind deshalb Sammelbassins zur Aufnahme der arsenikalischen Laugen geboten. Durch Zusatz von Kochsalz könnte man noch viel Farbstoff gewinnen; man scheut aber die hierauf zu verwendende Arbeit. Man begnügt sich daher meist mit dem Kalkzusatz, sammelt den Niederschlag und lässt die überstehenden Flüssigkeiten abfliessen.

In mehreren Fabriken am Oberrhein werden angeblich die arsenikalischen Kalkniederschläge nach Holland versandt und in das Meer versenkt. Wer vermag aber dieses Verfahren zu controliren? Die nach der Behandlung mit Kalk zurückgebliebenen Flüssigkeiten werden immer noch arsenhaltig sein. Ob ihr freier Abfluss keine Gefahr in sich schliesst, kann nur mit Berücksichtigung der localen Verhältnisse, namentlich der Grösse des Wasserlaufes, welcher sie aufzunehmen hat, beurtheilt werden. Im Hinblick auf die oben angeführte Thatsache, dass sich bald unlösliches Arseneisen bilden wird, braucht man in diesem Puncte nicht gar zu ängstlich zu sein, namentlich wenn es sich um einen Strom, wie der Rhein ist, handelt, dessen tägliche Wassermenge auf ca. 5000 Mill. Kubikfuss geschützt werden kann.

Im Regierungsbezirk Düsseldorf haben die Fabricanten ein Consortium gebildet, welches für die Regeneration der arsenikalischen Rückstände eine besondere Fabrik errichtet hat. Wegen des hierbei zu beobachtenden Verfahrens s. S. 295.

4) Price (Ber. der Deutsch. chem. Gesellsch. 1874, p. 1028) schlägt zur Wiedergewinnung der Arsensäure statt des Kalkes Ammoniakflüssigkeit vor, um durch Abdestilliren des Ammoniaks zunächst die arsenige Säure wieder zu gewinnen und diese dann in bekannter Weise in Arsensäure überzuführen.

5) Eulenberg's Medicinalwesen, p. 119.

6) Die erste Fabrik dieser Art wurde in Deutschland von der Firma Meister, Lucius u. Brüning zu Höchst a. M. errichtet.

7) Es würde jedenfalls wünschenswerther sein, wenn statt des umständlichen Umstürzens des Digestors sein Inhalt am Boden durch ein Rohr abgelassen werden könnte.

8) Bei der Fabrication von Anilinblau treten weniger sanitäre Bedenken auf, weil als Rohmaterial hauptsächlich das durch den Fabricationsprocess von der grössten Menge des Arsens befreite Fuchsin neben den genannten nicht gefährlichen Chemikalien zur Anwendung kommt. In einem Kilogramm der violetten Masse können übrigens noch 0,47 Grm. arsenige Säure enthalten sein. Die beim Anilinblau entstehenden sehr farbigen Abgänge können nur durch Ableitung beseitigt werden, da sie oft täglich, wie beim Fuchsin, ca. 150,000 Liter betragen. Sammelbassins sind nothwendig, wenn bei kleinern Flüssen der Abfluss nur während der Nacht stattfinden muss. Kalkzusatz schlägt noch einen Theil des Farbstoffes nieder.
Göttisheim: Anilinfarbenfabrication. Deutsche Vierteljahrsschr., 5. Bd. 4. Heft, 1873.

9) Unter den verschiedenen Chemikalien stehen die ätherischen Mittel in ihrer Wirkung auf den Organismus gewiss in erster Reihe. Man sollte sie weit mehr als bisher beachten; wenn sie auch nicht lebensgefährlich einwirken, so ist doch die immer wiederkehrende Einwirkung nicht ohne Einfluss auf das Wohlbefinden.

Es können mehr oder weniger ähnliche Zustände entstehen, welche man auch bei der missbräuchlichen Verwendung von Aether, Chloroform u. s. w. beobachtet; namentlich macht sich unter denselben die Abnahme des Gedächtnisses bemerkbar.

10) Unter den Aethern nimmt das Methylnitrat in technischer Beziehung eine wichtige Stelle ein. Glücklicherweise kommt die Sorge für die Feuersgefahr auch den Arbeitern zu Gute, da zur Verhütung derselben die sorgfältigste Condensation der Dämpfe stattfinden muss.

11) Die Menge des Arsens im Fuchsin schwankt sehr und zwar von 0,25—6,5 und sogar 10%. Die damit gefärbten Zeuge enthalten aber durchschnittlich wenig Arsen. Springmühl (Musterzeitg. No. 11, 1872) konnte in 1 Quadratfuss Wolle etwa 0,0001 Grm. Arsen nachweisen. Etwas Bestimmtes lässt sich aber hierüber nicht feststellen, wenigstens lehrt die Erfahrung, dass eine reizbare Haut von solchen Stoffen sehr irritirt werden kann. Man hat neuerdings in violett gefärbten Batistroben aus Elsass'schen Fabriken so bedeutende Mengen Arsen gefunden, dass man bei ihrer Bearbeitung nicht bloss Entzündung der Haut und Ausschläge, sondern auch Uebelkeit, Magen- und Leibschmerzen u. s. w. beobachtet hat (Pharm. Centralhalle, 16. 344, 1875).

12) Annal. d'hyg. publ., Oct., T. XX. p. 281, 1863.

13) Es ist hier noch zu erwähnen, dass bei der Bearbeitung der harzigen Rückstände noch vielfache chemische Processe vorkommen, die hier wegen ihrer Complicirtheit nicht mitgetheilt werden können. Ein Farbstoff, welchen man Inulin nennt, da er in vielen Fällen wie Indigo benutzt werden kann, wird am häufigsten durch Einwirkung von Schwefelsäure auf diese Rückstände gewonnen.

14) In manchen Fabriken besteht die Einrichtung, dass den Arbeitern vorn geschlossene Unterhosen geliefert werden, um das unnöthige Betasten der Genitalien zu verhüten und bei Befriedigung eines Bedürfnisses zur vorhergehenden Reinigung der Hände zu nöthigen.

Es ist hier hervorzuheben, dass Cichorienfabriken denselben unangenehmen süsslichen Geruch wie die Anilinfarbenfabriken verbreiten, da beim Rösten der Wurzeln ausser den Producten der Caramelisirung auch die dem Anilin homologe Basen, Picolin, Lutidin u. s. w., auftreten. Dabei schlagen sich die Dämpfe auf allen Gegenständen mit gelber Farbe nieder und selbst das von den Dächern abfliessende Wasser färbt sich braun: man sollte daher solche Fabriken in Städten nicht dulden. Bei der Verpackung der Cichorien werden häufig mit schädlichen Metalloxyden gefärbte Papiere verwendet.

Thymol (S. 640).

Lewin, L.: Thymol als antiseptisches und antifermentatives Mittel. Med. Centralbl. 1875, p. 324. Chem. Centralbl. 1875, p. 359.

Die Versuche ergeben, dass Thymol zu den besten Antisepticis zu rechnen ist. In technischer Beziehung ist hier nur zu erwähnen, dass ein geringer Zusatz von Thymol zu Leim- oder Gummilösungen die Fäulniss für 4—5 Monate und noch länger absolut aufhebt.

Ueber die Wirkung der Desinfectionsmittel im Allgemeinen vergl. man noch Erismann in der Zeitschr. f. Biol. XI., p. 207.

Naphtalin (S. 640—644).

1) Balló: Das Naphthalin und seine Derivate in Beziehung zur Technik u. Wissenschaft dargestellt. Braunschweig 1870.

Anthracen (S. 644—646).

1) Auerbach, G.: Die Anthracenfabrication und seine Derivate. Berlin 1873.

Picolinbasen (S. 646—648).

1) Deutsch in der Preuss. Vereinszeitung 1851 No. 8.
cf. Vohl u. Eulenberg in der Vierteljahrsschr. f. ger. Med., XV. Bd. 1871, p. 249.

Kampher (S. 648).

1) Journ. f. Kinderkrankheiten von Hildebrandt u. Behrend, 23. Jahrgg. 1865, 9. u. 10. Heft.

Aetherische Oele (S. 648—650).

1) Ueber die Wirkung der Terpentinöldämpfe schrieben: Liersch (Vierteljahrsschr.

f. ger. Med., 23. Bd., p. 232, 1862), Chevallier (Annal. d'hyg. publ., p. 95, 1863). Hirt (Die Gasinhalations-Krankheiten, p. 174).

Unter den verschiedenen Terpentinölsorten entwickelt das französische Terpentinöl jedenfalls die intensivste Wirkung. Die mitgetheilten Versuche bezweckten vorzüglich diesen Nachweis. Ausserdem spielt aber beim Terpentinöl die Idiosynkrasie eine grosse Rolle; namentlich sind es sehr empfindliche, sog. hysterische Frauen, welche durch die Dämpfe des Terpentinöls sehr afficirt werden; meist sind es Frauen, die überhaupt keine starken Gerüche, auch keine Wohlgerüche vertragen. Es sind grade die Kohlenwasserstoffe, welche auf die Nervencentren solcher Individuen eine aussergewöhnliche Wirkung äussern.

Unzweifelhaft irritiren die Dämpfe die verschiedenen Schleimhäute: Augenentzündungen, Kratzen im Halse und Hustenreiz können die Folgen sein. Es ist möglich, dass hierbei schon die reizende Wirkung von Ozon betheiligt ist (s. S. 827). Unbegründet ist aber die Annahme, dass bei einem terpentinhaltigen Bleianstrich auch Bleitheilchen mit fortgerissen werden.

2) Bleiweiss wird niemals zu weissem Siegellack genommen, da sich beim Verbrennen Bleioxyd bilden würde, welches die Masse gelb färbt.

Kautschuk (S. 650—652).

1) Lüdersdorf: Das Auflösen und Wiederherstellen des Federharzes zur Darstellung luft- und wasserdichter Gegenstände. Berlin 1832. Von Lüdersdorf rührt die erste Idee des Vulcanisirens her.

2) Neuerdings setzt man die incorporirten Gegenstände nur heissen Wasserdämpfen aus, da die Lösungen von Schwefelkalium den Arbeitern zu grosse Belästigungen bereiten.

Das Incorporiren mit Zinkweiss, namentlich bei den Kinderspielzeugen, verdient noch alle Beachtung, abgesehen von den schädlichen Farben, welche man hierbei benutzt. Die Kautschuk-Saughütchen enthielten früher stets Zink und Bleiweiss; Verf. vermochte in einem Falle 13,5 % Bleiweiss nachzuweisen (siehe Eulenberg in Pappenheim's Monatsschr., 3. Heft 1862, S. 33 u. 35, 1861 2. Heft S. 114; Preuss. Vereinszeitung No 18, 1862).

3) Die Wirkungen des Schwefelkohlenstoffs in Kautschukfabriken machen sich weniger geltend, seitdem Petroleumbenzin vorherrschend gebraucht wird; Zustände, welche Delpech geschildert hat, kommen fast gar nicht mehr vor.

A. Delpech: Mémoire sur les accidents que developpe chez les ouvriers en caoutchouc l'inhalation du sulfure de carbone en vapeur; travail présenté à l'Académie de médecine. Paris 1856. (conf. Annal. d'hyg. publ. 1863.)

4) Payen's Lehrb. d. techn. Chemie, S. 196.

5) Die Verwendung des Kautschuks ist so mannigfaltig, dass die Gegenstände, die aus demselben angefertigt werden, kaum namhaft zu machen sind.

Proteïnkörper (S. 653—654).

1) Camp über Albumindarstellung in Dingler's polyt. Journ., 204. Bd., p. 56.

2) Risch, Theodor: Ueber Schlachthäuser und Viehmärkte Berlin 1866.

Pauli: Ueber Schlachthäuser in der Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., 20. Bd., S. 339, 1874.

3) Eulenberg's Medicinalwesen, S. 236.

Tabaksindustrie (S. 657—659).

1) Vohl u. Eulenberg: Ueber Tabaksrauch in toxikol. Beziehung. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., XV. Bd., 1871, p. 249. Picolin, Collidin, Pyridin und Parvolin konnten im Tabaksrauche als Basen nachgewiesen werden: sie bedingen mit höchster Wahrscheinlichkeit die krank machende Wirkung des Tabakrauchens. Bei dem Tabaksrauch aus Pfälzer Tabak, der 4 % Nicotin enthielt, konnte keine Spur von Nicotin nachgewiesen werden. Unter den Gasen traten Kohlensäure, Cyan- und Schwefelwasserstoff auf, während in den nicht verdichtbaren Gasen des Tabakrauches ausser Sauerstoff und Stickstoff noch Sumpfgas und Kohlenoxyd angetroffen wurden.

Letzteres Gas hat auch Krause (Dingler's polyt. Journ., 213. Bd., p. 495) nachgewiesen; er fand durchschnittlich 9,3 Volumproc. Kohlenoxyd und 12,2 Volumproc. Kohlensäure; er schreibt daher die üblen Folgen der ersten Rauchstudien den Wirkungen des Kohlenoxyds zu, eine Annahme, die noch nicht bewiesen ist.

Heubel (Centralbl. f. d. medic. Wissensch., Oct. 5. 1871) behauptet, im Tabaksrauch Nicotin direct nachgewiesen zu haben. Wir können in dieser Beziehung nur auf unsere mit Sorgfalt angestellten Versuche verweisen.

2) Die Aufbewahrung der Tabaksblätter verdient daher alle Beachtung. Die betreffenden Lagerräume müssen luftig und geräumig sein: Arbeiten in denselben sind nur zu gestatten, nachdem Thür und Fenster einige Zeit vorher geöffnet worden sind.

3) Saucen können auch durch die metallenen Gefässe, in denen sie bereitet werden, Eisen, Kupfer, Zinn oder Blei enthalten: in frühern Zeiten war sogar eine Mischung von Alaun und Bleizucker gebräuchlich, um die hierbei frei werdende Essigsäure als Beize zu benutzen.

Die schwarze Farbe des Schnupftabaks erhöht man bisweilen durch einen Zusatz von Kohlenpulver, Kienruss, Braunkohlenpulver u. s. w. Der Spaniol verdankt sein Aussehen einer feinen rothen Ockererde: man hat aber auch Schwefelarsen, Mennige und Zinnober in demselben nachgewiesen.

4) Eulenberg's Medicinalwesen, S. 91. Ueber die nachtheiligen Folgen dieser Verpackung haben geschrieben:
Meyer, Moritz, in Virchow's Arch. 1857, p. 209.
Reumont in der Berl. klin. Wochenschr. 1865, No. 28.
Flinzer in der Vierteljahrsschr. f. ger. Med., 9. Bd., S. 175, 1868.
Garrod (Pharmac. Centralh. 1873, S. 12) beobachtete noch in neuerer Zeit nach dem Genuss eines solchen bleihaltigen Schnupftabaks Schwund der Muskeln der Arme und Schultern, sowie eine Atrophie der Beugemuskeln.

Es kann auch vorkommen, dass man im Schnupftabak Massicot findet, was nur dadurch zu erklären ist, dass man beim Plombiren des Tabaks die Plombage mittels Bleidrähte an die Karotten bindet und beim Rapieren diese mit verkleinert.

5) Die sanitäre Seite der Tabaksfabriken wird sehr verschieden beurtheilt, was um so auffallender ist, als die grosse Zahl der Arbeiter ein hinreichendes Beobachtungsmaterial liefert. Im Jahre 1874 bestanden bloss im Grossherzogthum Baden 227 Fabriken mit 11,581 Arbeitern.

Ein Hauptnachtheil beruht in dem zu frühzeitigen Eintreten jugendlicher Arbeiter, worauf namentlich Kostial (Statist. med. Studien über die Sanit.-Verhältnisse der weibl. Bevölkerung in der K. K. Cigarrenfabrik in Iglau im Wochenblatt der Gesellsch. der Aerzte in Wien No. 34—41, 1868) hinweist. Dort treten Arbeiterinnen in der Regel schon mit dem 13. Lebensjahre in die Arbeit ein; dabei wohnt ein Theil derselben auf dem Lande und muss längere oder kürzere Wege nach der Stadt zurücklegen. Von 100 frisch eingetretenen Mädchen erkrankten im Alter von 12—16 Jahren 72 in den ersten 6 Monaten: die Krankheiten bestanden in Hirncongestionen, Neurosen verschiedener Art, Präcordialangst, Palpitationen, anämischen Erscheinungen, Reizungen des Magens und Darmcanals, allgemeiner Mattigkeit und Schlaflosigkeit: seltner zeigten sich Reizungen der Respirationswege. Es ist nicht bemerkt worden, bei welcher Art von Beschäftigung die eben genannten Erscheinungen eintraten: es soll aber bei den betreffenden Kranken Nicotin im Harne nachgewiesen worden sein, ein Beweis, dass es sich um Nicotin-Vergiftung handelte, deren Vorkommen in den Tabaksfabriken somit nicht in Abrede gestellt werden kann.

Bei den Cigarrenspinnern zeigt sich nicht selten eine dem Schreibekrampf analoge Affection der rechten Hand und des rechten Vorderarms nebst Anästhesie der Finger: seltner tritt Steifheit und Verkrümmung der Finger hinzu. Es hat sich ergeben, dass die Arbeiterinnen leichter afficirt werden, wenn sie nüchtern zur Arbeit kommen, eine Erfahrung, welche nicht nur bei der Einwirkung narkotischer, sondern auch ätherischer Dämpfe als sicher angenommen werden kann. Wöchnerinnen sollten stets erst 6 Wochen nach der Entbindung in die Fabriken wieder eintreten.

Obgleich die Verbesserung der Arbeitsräume, die Einführung besserer Arbeitsmaschinen, gesundere Wohnungsverhältnisse, Kranken- und Unterstützungscassen, Consumvereine u. s. w. auch wohlthätig auf die Arbeiter in Tabaksfabriken eingewirkt haben, so lässt sich doch nicht leugnen, dass die Ausdünstung des Tabaks mehr in's Gewicht fällt als der Tabaksstaub. Schwindel und Eingenommenheit des Kopfes sind bei mangelhafter Ventilation und beim Trocknen der Einlagen zu den Cigarren im Arbeitsraum keine seltnen Erscheinungen. Noch schlimmer sind die Folgen, wenn der noch feuchte Tabak in mit Deckeln versehenen verschliessbaren Kasten aufbewahrt wird und letztere von den Arbeiterinnen als Sitze benutzt werden: öffnet man diese nun, um den Tabak herauszunehmen, so füllen sich die Arbeitsräume mit den schädlichen Dünsten, die um

so eher Gesundheitsbeschädigungen und namentlich eine schlechte Blutbildung zur Folge haben, je weniger eine regelmässige Luftzufuhr stattfindet.

In der Industrie findet sich oft eine Menge schädlicher Einflüsse, die nur aus einem traditionellen Schlendrian herstammen und mit leichter Mühe beseitigt werden könnten, wenn die Fabricanten nur auf die Bedeutung derselben aufmerksam gemacht und aus ihrer Gleichgültigkeit aufgerüttelt würden. So würde auch in den Tabaksfabriken mancher sanitäre Vortheil schon erreicht werden, wenn aus den Arbeitsräumen alles Unnöthige entfernt, das zu verarbeitende Material nicht in zu grosser Menge angehäuft, jeder Arbeitsraum in den Pausen gründlich gelüftet und gekehrt würde.

In Hamburg ist in neuerer Zeit die Cigarrenfabrication fast ganz in die Form der Hausindustrie übergegangen, welche ihre Licht- und Schattenseite hat: sehr häufig tritt hier der Mangel luftiger und der Nachtheil beschränkter Arbeitsräume auf. Ausserdem ist grade bei den Cigarren- und Tabaksarbeitern das Leben ausserhalb der Fabrik zu beachten; sie stehen im Allgemeinen nicht im besten Rufe; auch die Arbeiterinnen werden leicht zur Putz- und Vergnügungssucht verleitet, weil sie einen verhältnissmässig hohen Lohn ohne grosse Anstrengungen verdienen. Der Missstand, dass Arbeiter beiderlei Geschlechts in denselben Arbeitsräumen und an demselben Arbeitsstück arbeiten, ist auf die Moralität nicht ohne Einfluss.

6) Zenker im Tagebl. der 40. Versamml. Deutscher Naturf. u. Aerzte in Hannover 1865, No. 5, p. 66.

Der braune Auswurf könnte auch von den Färbungsmitteln (Kohle, Braunkohle etc.) des Tabaks herrühren; wo diese gebräuchlich sind, da ist ihre Betheiligung an dem Zustandekommen der beschriebenen Brustaffection nicht auszuschliessen.

7) Selbstverständlich ist hier nur von einem Tabaksstaub die Rede, welcher von den Blättern herrührt, die den Gährungsprocess schon durchgemacht haben.

8) Man vergl. Schwalbe: Der Tabak in sanitätspoliz. Beziehung. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin 1867, S. 105.
Jolly: Etudes médicales sur le tabac. Paris 1865.

Silicium (S. 659—660).

1) Die Einlagerung von Kieselstaub in die Lungen ist von Meinel in einer Inaugural-Dissertation als Chalicosis pulmonum (Kiesellunge von χάλις kleiner Stein) bezeichnet worden. Es treten dabei massenhafte kleine, schwärzliche Knötchen in der Lunge auf, die als die Folgen einer chronischen Reizung und nicht eines tuberculösen Processes aufzufassen sind, da sie vorwiegend aus einem faserigen Bindegewebe bestehen. In wenigen Fällen gelang es, im Centrum der Knötchen scharfkantige, eckige, den Kieselerdekörnchen ähnliche Körperchen aufzufinden: dabei ergab die chemische Analyse einen Gehalt von 30,71 % Kieselsäure in der Asche der Lungensubstanz und von 41,08 % in der Asche der Bronchiallappen.

In normalen Lungen erhielt F. Riegel (Deutsches Archiv f. klin. Medic., XV., p. 214) bei Kindern 4,1 %, bei einem 47jährigen Tagelöhner 13,39 %, bei einer 69jährigen Köchin 16,69 %, dagegen bei einem an Pneumatothorax gestorbenen Steinhauer 41,38—58,38 % Kieselsäure.

Man vergl. auch die interessanten experimentellen Untersuchungen über Kieselstaubinhalation von Adolf von Ins im Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmac., 5. Bd., p. 169, 1876.

Die Steinhauerarbeit fordert trotz aller Warnungen stets ihre Opfer: es wird nicht eher besser in dieser Beziehung, als bis bestimmte polizeiliche Vorschriften die Anwendung der Schutzmassregeln gebieten werden. Der Steinhauer selbst verachtet dieselben entweder aus Unkenntniss der Gefahr, welcher er sich täglich aussetzt, oder aus einem falschen Ehrgefühl, welches das Gespötte seiner Mitarbeiter befürchtet. Verf. hat (Pappenheim's Monatsschr., 4. Heft, 1862, p. 56) in dem Zeitraume von 1845 bis 1861 die Mortalitätsliste über 3199 Steinhauer geprüft und gefunden, dass mit Ausnahme von 8 Fällen alle übrigen an Phthisis tuberculosis zu Grunde gegangen waren. Eclatanter lässt sich die mit diesem Gewerbe verbundene Gefahr kaum nachweisen. Eine vom Verf. empfohlene Einrichtung dürfte sich schon wegen ihrer Einfachheit sehr empfehlen. Man bildet ein einfaches Drahtgestell in Form einer Maske mit einem vordern, rundlich ausgebuchteten Drahtbügel und überzieht das Ganze mit einem Siebflor. Die Befestigung geschieht mittels kleiner Schlingen an den Ohren, so dass das Gesicht bis unter die Augen wie mit einem Helmgitter bedeckt ist. Vor dem Gebrauche wischt man mit einem feuchten Schwamme über die äussere Fläche des Florsiebes, damit auch der feinste Staub zwischen den sehr feinen Maschen des Gewebes hängen bleibt. Nach der Menge des anklebenden Staubes richtet sich selbstverständlich

die Wiederholung der Reinigung, die durch einfaches Anklopfen der Maske bewerkstelligt wird. Man ersieht dann, welche Masse von Staub sich auf diese Weise ansammelt und wie sehr derselbe bei der Inhalation Lungenkrankheiten begünstigen muss. Das höchste Alter unter den Verstorbenen betrug 60 Jahre, während sich die durchschnittliche Lebensdauer auf 37 Jahre erstreckte. Dieses Resultat ist um so zuverlässiger, weil es sich um ein ganz streng abgeschlossenes Gewerbe handelte, in dem meistens sogar der Sohn seinem Vater folgte und andere Einflüsse jeder Art fern blieben.

Die Steinschleiferei unterscheidet sich von der Steinhauerei dadurch sehr bedeutend, dass die Schleif- und Polirmittel meist angefeuchtet werden. Zum Schleifen von Diamant gebraucht man Scheiben von weichem Stahl und Eisen und Diamantpulver, das mit etwas Brennöl angefeuchtet ist. Bei den übrigen Edelsteinen wendet man Scheiben von Kupfer oder Blei an, die an der Peripherie mit Oel und Schleifpulver bestrichen werden.

Aehnlich verhält es sich beim Steinschneiden, d. h. beim Graviren der Petschaften, wobei der Stein zuerst auf einer Glastafel mit etwas Smirgel matt geschliffen und dann auf der Schleifmaschine behandelt wird, um mittels feiner Instrumente, die mit Oel und Smirgel bestrichen werden, die Gravirung vorzunehmen.

Die Achatschleiferei in der Nahegegend ist wegen ihres grossen Betriebes besonders zu erwähnen; sie hatte früher sehr viele sanitäre Nachtheile, namentlich in Bezug auf Stellung und Haltung der Arbeiter während des Schleifens, das übrigens meist feucht geschieht. Wo trocknes Schleifen nothwendig wird, da ist auch die Mithülfe eines Ventilators dringend angezeigt.

2) Biedermann, Rudolf: Siliciumverbindungen. 16. Heft der Wiener Ausstellung, S. 287 u. 316.

Als Silicat kommt auch Cer vor, welches sich gleichzeitig mit zwei andern Metallen (Lanthan und Didym) in seltnen schwedischen Mineralien, namentlich im Cerit, vorfindet.
Sonnenschein hat im Ceroxydoxydul ein vorzügliches Reagens auf Strychnin entdeckt. Das Ceroxalat wird in Dosen von 0,05—0,12 Grm. täglich als ein vorzügliches Mittel gegen das Erbrechen der schwangeren Frauen gerühmt. conf. Julius Philipp: Seltne Metalle, im 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 1014.

3) Siliciumfluorid SiF_4 ist ein Gas, welches ähnlich dem salzsauren Gase sehr reizend auf die Respirationswege einwirkt. In der Technik tritt es beim Aetzen der Gläser mittels Flusssäure auf (s. S 71). Da es mit Wasser sofort in Kieselsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure ($3SiF_4 + 4H_2O = Si(OH)_4 + 2H_2SiF_6$) zerfällt, so sind auch die Zersetzungsproducte sehr zu berücksichtigen.

4) Biedermann, l. c. S. 320.

5) Bädeker (Pappenheim's Monatsschr., 2. Heft 1861, S. 180) hat ausführliche Untersuchungen über den Verbleib des Arsens bei der Glasfabrication angestellt. Ein Theil des Arsens bleibt im Glase; in der nächsten Umgebung der Glashütte, im Hüttenstaube und in den Ofenansätzen fand sich Arsen theils als arsenige Säure, theils als Arsensäure.

6) Zu den bleihaltigen Gläsern gehört auch das Mousselinglas, auf welchem mittels einer Patrone Muster durch Auftragen einer Schicht von Bleiglasstaub dargestellt werden. Das spätere Abbürsten erzeugt einen gefährlichen Staub, der sich noch in einem höhern Grade ausbildet, wenn man die Glasscheiben in einen Kasten einsetzt, in welchem man Staub von Bleiglassatz erzeugt. Beobachten die Arbeiter nicht die grösste Vorsicht hierbei, so sind Bleiintoxicationen unvermeidlich (siehe Du Mesnil in Annal. d'hyg. publ, Avril 1865 und Janv. 1866.

7) In der jüngsten Zeit macht auch das Hartglas, Vulcanglas, Verre malléable, viel Aufsehen. Die Härtung der Glasmasse beruht auf einer physikalischen Veränderung: man erhitzt das Glas bis zur Weissgluth, taugt es dann rasch in um 3—400° weniger erhitztes Fett und lässt es in demselben abkühlen: es verliert die Härtung, wenn es wieder erhitzt und nach der gewöhnlichen Methode langsam abgekühlt wird. Roger de la Bastie, ein französischer Edelmann, hat diese Entdeckung gemacht.

8) Die Glasmalerei in ihrer Anwendung auf den Profanbau von Dr. H. O. Separat-Abdruck aus der deutschen Kunstzeitung „Die Dioscuren". Berlin 1874.

9) Benrath: Die Glasfabrication. Braunschweig 1875.

10) Das Natriumsilicat besitzt antiseptische Eigenschaften, da es Mikrophyten und Mikrozoën tödtet. Schon 1834 hat es Ganal zu Injectionen behufs Conservirung von menschlichen Leichnamen benutzt; es dient wie Gips zu Bandagen und wirkt wie Carbolsäure als desinficirendes Mittel bei Wunden.

Zinn (S. 664–668).

1) Annal d'hyg. publ, Juillet 1842, p. 310.
2) Bulletin des lois, p. 486. Dieser Procentsatz rührt von Vauquelin her, welcher durch seinen Einfluss und grossen Ruf als Chemiker diesem Satze gleichsam eine dogmatische Bedeutung verschaffte.
3) Eichordnung für den Norddeutschen Bund vom 16. Juli 1869. 2te Ausgabe von F. W. O. Müller. Berlin bei Decker 1872.
4) Pleischl im Sitzungsber. der Wiener Acad. d. Wissensch. XLIII. p. 555. Dingler's polyt. Journ. CLXIV. p. 200. Blei wird aus einer Lösung durch Zinn metallisch niedergeschlagen, nicht aber Zinn aus seiner Lösung durch Blei. Das Blei wird in Legirungen mit Zinn niemals gegen die auflösende Einwirkung von selbst sehr verdünnter Essigsäure durch das Zinn geschützt, wie früher angenommen wurde. In der Regel wird bei einem grössern Bleigehalt der Legirung auch mehr Blei gelöst. Die durch 24stündige Einwirkung verdünnter Essigsäure erlittenen Gewichtsverluste waren im Mittel von 9 Versuchen folgende:

Ostindisches Zinn	0,80 %
Sächsisches Zinn	0,94 %
Böhmisches Zinn	1,28 %
99 Zinn und 1 Blei	1,08 %
98 „ „ 2 „	1,27 %
97 „ „ 3 „	1,283 %
90 „ „ 10 „	1,255 %
80 „ „ 20 „	1,222 %
70 „ „ 30 „	1,39 %

5) Hiermit stimmen auch die Untersuchungen von Roussin in den Annal. d'hyg. publ., Janv. 1866, und von Gobley, loc. eod., Janv. 1869, überein.
6) Reichelt: Ueber das Verhalten von Blei und Zinn und deren Legirung zu Kochsalz (Kunst- u Gewerbebl. des polyt. Vereins f. d. Königr. Bayern, Heft XI. u. XII. 1863). Bei der Einwirkung des Kochsalzes auf solche Legirungen ist es nicht nur der Antheil von Blei, welcher sich auflöst, sondern auch der, welcher sich in Oxychlorid und Bleicarbonat verwandelt und in dieser Form in den menschlichen Organismus gelangen kann.
Jeannel, J.: Ueber die Wirkung der flüssigen Nahrungs- und Arzneimittel auf bleihaltige Zinngefässe Bullet. de Therap. LXXVII. p. 410, 1874.
7) Viele Fälle, welche für die schädliche Wirkung der bleireichen Zinnlegirungen sprechen, finden sich in den Annal. d'hyg. publ., 1834 p. 360, 1844 p. 350–356. Man vergl. ferner Lefèvre in Compt. rend., 26. Nov. 1860, Faber im Würtemb. Correspondenzbl. No. 23, S. 185, 1867; Kersch in der Pharmac. Centralhalle 1873, S. 199
In den französischen Militärhospitälern dürfen keine Zinngeräthe benutzt werden, bevor sie auf ihren etwaigen Bleigehalt geprüft worden sind (Journ. de chim. méd. p. 269, 1869). Seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts war ein Zusatz von 7 % Blei die Regel, bis man allmählig ganz willkürlich verfuhr und alle sanitäre Rücksicht ausser Acht liess.
8) Eine bleihaltige Zinnlegirung macht sich auch bei der Verzinnung geltend; selten gewährt sie einen wirklichen Schutz, denn ihr Gehalt an Blei erzeugt häufig mehr Nachtheil als die etwaige Einwirkung des Messings, welches man in der Regel mit dieser angeblich schützenden Decke überzieht. Van der Weyde (Med. and surg. Rep., Febr. 8., p. 116) beobachtete bei einem 4jährigen Kinde eine Vergiftung unter den Erscheinungen von Glottiskrampf, Eklampsie und Erbrechen, welche durch den Genuss von Aepfeln entstanden war, die in einer verzinnten, d. h. mit Zinn und Blei dünn überzogenenen Kanne aufbewahrt waren.
Chevallier berichtet über Bleikoliken, die durch den Genuss von Wasser entstanden waren, welches in schlecht verzinnten Gefässen aufbewahrt worden war (Annal. d'hyg. publ. 1859, S. 304).

Titan (S. 668).

1) Gmelin, C. G.: Versuche u. s. w., S. 46.

Schiesspulver (S. 670–673).

1) Poggendorff's Annal., Bd. 103, S. 335.
2) Annal. der Chemie u. Pharmac., Bd. 109, p. 59. Dingler's polytechn. Journ., Bd. 152, p. 72.

3) Poggendorff's Annal., Bd. 118, p. 552. Dingler's polyt Journ., Bd. 168, p. 158.
4) De l'analyse des products de la combustion de la poudre. Paris 1866.
5) Zeitschr. f. Chemie, Bd. 12, p. 12, und Wagner's Jahresber. 1870, p. 248.
6) Upmann, J.: Das Schiesspulver, dessen Geschichte, Fabrication u. s. w. Braunschweig 1874.
7) Nobel und Abel (Compt. rend. 1874, p. 160, Dingler's polyt. Journ. 1875, p. 123) schliessen aus ihren vorläufigen Untersuchungen, dass die Menge des Kohlenoxyds viel beträchtlicher sei, als bisher angenommen worden ist; auch die Menge des Kaliumcarbonats sei bedeutender, als Bunsen angenommen habe; dagegen betrage das Maximalquantum von Kaliumsulfat weit weniger. Kaliumsulfid trete nie in grosser Menge auf, aber im Allgemeinen doch in grösserer, als Bunsen angenommen habe. Das unterschwefligsaure Kalium wechsele in quantitativer Beziehung sehr; ebenso sei die Menge des Schwefels sehr verschieden. Ueber die andern gasförmigen und festen Producte lasse sich nichts Bestimmtes sagen.
8) Commissarischer Bericht über die Erkrankungen durch Minengase bei der Graudenzer Minenübung im August 1873. Berlin 1875. Die Minengase ergaben an Kohlensäure 0,07 - 2,70%, an Kohlenoxyd 0,01—0,48%, an Sauerstoff 20,78 - 17,86%. Schwefelwasserstoff konnte nur in 2 Kolben mit Sicherheit nachgewiesen werden.
9) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 129.
Ueber Minengase schrieben:
Josephsohn in der Preuss. Militairärztl. Zeitschr. 1861, No. 1.
Rawitz, eod. loc. 1862, No. 11. Evers, eod. loc. 1875, 1. Heft.
Cabasse in Gaz. des hôp., p. 460, 1867.
10) Polek, Theodor: Ueber die chemische Zusammensetzung der Minengase. Arch. f. d. Offiz. des Kgl. Preuss. Artillerie- u. Jäger-Corps, Bd. 59, 2. Heft, p. 172. — Dr. Scheidemann und die wissenschaftl. Kritik. Berlin 1867.
11) Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., V. Bd., 2. Heft 1866.

Natrium (S. 673–679).

1) Man benutzt das Natriummetall auch zu einer gefährlichen Spielerei, indem man es in sogen. Feuerpillen auf dem Wasser zerplatzen lässt.
2) Lender in der Deutschen Klinik No. 19, 1872.
3) Zeitschr. f. Chemie, 16 Heft, 1867, p. 512. Göttingen.
Ueber die Gesundheitsverhältnisse der Salinenarbeiter s. Hirt in der Wiener med. Wochenschr. No. 88, 89, 1867. Cammerer, eod. loc. No. 8, 1868. Trautwein in der Vierteljahrsschr. f. ger. Med., Bd. 8, p. 17, 1855.
4) Ueber die Condensation der sauren Dämpfe von Dr. Angus Smith. Aus dem Engl. von Dr. Tiemann. 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 495.
5) Werden die Rückstände nicht bald verwerthet, so dürfen sie niemals angehäuft, sondern müssen in dünnen Schichten ausgebreitet werden, damit sich der durch die Luft eingeleitete Oxydationsprocess allmählig und ohne starke Gasentwicklung vollzieht. Zweckmässig ist es, sie mit Substanzen zu versetzen, welche die etwa frei auftretenden Gase absorbiren; hierzu eignet sich ganz besonders das in den Kiesabbränden der Schwefelsäurefabriken vorhandene Eisenoxyd. Auch das Bedecken dieser Rückstände mit Erde und feinem Kies empfiehlt sich, vorausgesetzt, dass man nicht eher eine neue Schicht von Rückständen aufträgt, als bis der Oxydationsprocess in der vorhergehenden Schicht unter der Bedeckungsmasse sich wenigstens nahezu vollendet hat.
6) Dingler's polytechn. Journ. CXVIII., p. 420.
7) Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1874, p. 408.
8) Wagner's Jahresber., S. 240, 1865.
9) Wagner's Jahresber. 1868, S. 185, 1869, S. 193.
10) Chem. Centralbl. 1868, 1064. Wagner's Jahresber. 1871, S. 276.
11) Wiener Ausstellung, 20. Heft, S. 469.

Silber (S. 680—683).

1) Wedding: Ueber Entsilberung des Werkbleies durch Zink. Zeitschr. f. d. Berg- u. Hüttenwesen 1871, p. 159—171.
Zeiler und Herbst: Entsilberung des Werkbleies zu Call in d. Eifel, eod. loc. 1871, p. 422. Polytechn. Centralbl. 1871, p. 589.
Die Silberproduction ist in den letzten Jahren durch den Import von mexikanischen und peruanischen Erzen sehr gehoben worden.

Das Augustin'sche Verfahren hatte schon das Amalgamationsverfahren fast ganz verdrängt, während in neuerer Zeit die Ziervogel'sche Methode vorzugsweise zur Ausführung gelangt.

2) Auf eine besondere Hautfärbung bei Silberpolirerinnen hat Ollivier (Gaz. méd. de Paris, 1872, 20., Medic.-chirurg. Rundschau, 1. Bd., 3. Heft, 1873) aufmerksam gemacht und sie unter Umständen in forensischer Beziehung für wichtig erklärt, um die Identität eines Individuums festzustellen. Bei einer Frau, die 50 Jahre lang dies Geschäft betrieben hatte, waren Gesicht und Vorderarme blassbläulich gefärbt: am linken Vorderarm fanden sich eine Menge kleiner blauer Flecke von 1—2 Millim. Durchmesser. Da die Schleimhaut der Wangen und des Zahnfleisches keine Flecke zeigte und der linke Vorderarm, der am meisten auf dem mit Silberstaub bestreuten Tische auflag, vorzugsweise verfärbt war, so liegt die Annahme einer einfachen mechanischen Einwirkung nahe.

3) Bekanntlich kommen in den Familien der Photographen gar nicht selten zufällige Vergiftungen durch Cyankalium vor.

Calcium (S. 684—687).

1) Wiener medic. Wochenschr. No. 43—48, 1870.

2) Arch. f. klin. Chirurg., 18. Bd., 4. Heft, 1875.

3) In Betreff des Kalkstaubes ist stets zu beachten, dass er um so eher in die natürlichen Oeffnungen des Körpers eintritt, je feiner er ist (cf. die Anmerkung auf S. 648). Beim Pulverisiren und Sieben des Kalkes kann sich dann eine sehr schmerzhafte Angina faucium ausbilden, die sich unter Umständen bis auf die tuba Eustachiana fortpflanzt und eine vorübergehende Taubheit veranlasst. Da der Staub in Wasser löslich ist, so wird er sich nicht in das Lungengewebe ablagern; selten setzt sich die Reizung weiter auf den Kehlkopf oder die Luftröhre fort. Häufig tritt ein eigenthümliches Reissen der Haut ein, wenn der Staub sich auf derselben ablagert; da er nämlich mit dem Hautfett eine Verseifung eingeht, so verliert diese ihre natürliche Geschmeidigkeit und Schrunden oder Risse sind die Folgen. Das Waschen mit saurer Milch oder der Brühe des Sauerkrauts ist ein bekanntes und probates Hausmittel gegen dieses Leiden.

Um das Einathmen des Kalkstaubes zu verhüten, dienen in Essig getauchte Schwämme. Das beste Präservativmittel muss stets in der Benutzung geschlossener Pulverisir- und Siebapparate bestehen; ganz besonders müssen dieselben auch bei dem Pulverisiren des Chlorkalks zur Anwendung kommen.

4) In Betreff der Theorien dieses Processes s. Friedrich Knapp: Mörtel u. Cement im 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 566.

5) Der grösste sanitäre Nachtheil tritt bei der Cementindustrie auf, wenn das Mahlen und Pulverisiren ohne alle Controle und Vorsicht von den Arbeitern ausgeführt wird. Die Gegenwart von Silicaten im Staube verleiht dem letztern von vornherein einen gefährlichen Charakter und es ist unverantwortlich, wenn die Arbeiter nicht selten tagelang in Staubwolken zubringen müssen. Es gilt hier mehr oder weniger Alles, was schon von der Gefährlichkeit des Kieselerdestaubes gesagt worden ist.

6) Selenitmörtel (Scott's selenitic mortar), der aus Kalk und Gips bereitet wird, soll doppelt so viel Sand als der gewöhnliche Kalk binden.

7) Die Gipsung (plâtrage) des Weins geschieht besonders in Frankreich, namentlich bei Tresterweinen, um eine grössere Ausbeute, ein schnelleres Niederschlagen der Hefe und eine lebhaftere Farbe zu erzeugen. Diese „vins plâtrés" erzeugen leicht Diarrhoe, weil sich Kaliumsulfat, unlöslicher weinsteinsaurer Kalk und freie Weinsäure bildet (s. Chevallier in Annal. d'hyg. publ., Janv. 1876).

Die desinficirende Wirkung des Gipses lässt sich in mancherlei Weise verwerthen; es genüge hier, nur in Beziehung zur Düngung auf dies ausgezeichnete Mittel aufmerksam zu machen.

Wird in der Nähe von Städten Gemüse- und Blumenzucht betrieben, so entstehen oft grosse Belästigungen, wenn der Dünger, speciell menschliche Excremente, in der Nähe von Promenaden und öffentlichen Wegen abgelagert werden. So muss namentlich zur Düngung der Brunnenkresse ein Material verwendet werden, das durch mehrjähriges Lagern vollständig verrottet ist und sich in eine leicht zerreibliche, lockere Masse verwandelt hat; dieser vorbereitete Dünger wird ganz fein zerkleinert und in die Gräben der Brunnenkresse-Kulturen geworfen und dient mit seinen durch den Verwesungsprocess zum grössten Theil leicht löslich gewordenen Bestandtheilen zur Ernährung dieser Pflanzen. Dünger, der mit grössern Mengen von Erde versetzt ist, eignet sich nicht zu diesem Zweck, da derselbe mit seinen erdigen Theilen die Gräben verschlämmt und an den

Blättern der Brunnenkresse anhaftet; Composthaufen lassen sich deshalb hier nicht anlegen. Dagegen hat sich hier der Gips als ein ausgezeichnetes Desinfectionsmittel bewährt, das auch als Dungsubstanz der Brunnenkresse nützlich ist; den Werth des Düngers vermehrt er nämlich durch Ammoniakbindung und Beeinflussung des Gährungsvorganges (s. König u. Kiesow, Landwirthschaftl. Jahrb. II. 107).

Auf eine Fuhre von ungefähr 20 Centner Dünger müsste beim Abladen ungefähr 1 Centner Gips zugemischt werden und ein Bedecken des Düngers mit einer ganz leichten Decke, die aus 1 Th. Gips und 1 Th. Erde besteht, stattfinden; mit geringen Kosten würde dann ein doppelter Zweck erreicht, indem mit der Hebung der Gartencultur die grössten Belästigungen beseitigt werden, die sonst jedem Freunde der Natur den Genuss derselben in empfindlicher Weise trüben.

Barium (S. 688).

1) Der grosse Missbrauch, der in dieser Beziehung mit Schwerspath getrieben wird, ist noch niemals gehörig berücksichtigt worden; wir ergreifen daher diese Gelegenheit, recht nachdrücklich auf dies gewissenlose Verfahren aufmerksam zu machen.

Bariumindustrie (S. 688—689).

1) Das Barytweiss wird sehr häufig auch als Nebenproduct gewonnen. conf. Eulenberg in Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med., 2. Heft, 25. Bd., 1876.

2) Biedermann: Ueber Barium. 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 516.

Bariumhydrat $Ba(OH)_2$ nimmt doppelt so viel Sauerstoff auf, wenn nach schwachem Glühen atmosphärische Luft oder Sauerstoff über dasselbe geleitet wird; es entsteht dann Bariumsuperoxyd BaO_2 (s. S. 129).

Ueber die Wirkung von Chlorbarium conf. Wolf in Casper's Wochenschr. No. 37, 1850, über die Wirkung der Barytsalze Onsum in Virchow's Archiv, Bd 28, p. 233, 1863, Cyon im Arch. f. Anat. u. Phys., 2 Heft 1866, p. 196.

Die löslichen Barytsalze erzeugen Coagulationen des Blutes in den Herzventrikeln; Onsum sucht deshalb das Wesen der Vergiftung in Verstopfung der Lungenarterienzweige, aber mit Unrecht, wie Cyon nachgewiesen hat. Die Wirkung der löslichen Bariumsalze auf Hirn und Rückenmark hat schon Gmelin (l. c. S. 15) nachgenommen; Cyon stimmt dieser Annahme zu, hebt aber auch die deletäre Wirkung auf das Herz hervor.

Chlorbarium und Bariumcarbonat können entschieden als giftige Präparate angenommen werden.

Magnesium (S. 689—690).

1) Für die Technik wird ein künstliches Gemenge von Magnesia und Calciumcarbonat benutzt.

Auch gebrannte Magnesia liefert mit einer Lösung von Chlormagnesium eine erhärtende weisse Masse, die mit einem Pinsel auf das Mauerwerk aufgetragen werden kann. Diese Verbindung (Magnesiumoxychlorid) soll chemisch gebundenes Wasser enthalten. Albolith wird eine solche Mischung genannt, wenn man dieselbe noch mit amorpher Kieselerde versetzt und als breiige Masse zum Anstreichen von Gips, Holz u. s. w. benutzt.

Zink (S. 690—696).

1) Rust's Magazin, XXI. Bd., S. 563.
Die von Botkin und Popoff (Berl. klin. Wochenschr. No. 5, 1873) mitgetheilte Beobachtung betrifft nicht die reinen Zinkdämpfe; es handelt sich hier vielmehr um Messingdämpfe.

2) Wenn die langjährige Einwirkung der Zinkdämpfe auch Lähmungen zur Folge hat, so kann man wohl mit ziemlicher Sicherheit auf eine Betheiligung von Bleidämpfen schliessen.

3) Busse (Casper's Wochenschr. 1837, No. 19) rettete noch einen Knaben, nachdem derselbe 3246 Gran Zinkblumen gegen Epilepsie genommen hatte.

4) Michaelis: Ueber die physiolog. Wirkung des Zinkoxyds im Arch. f. physiolog. Heilk., Jahrg. X. 1851, p. 127.

5) Pharmac. Centralhalle No. 8, 1871, S. 77.

6) Die Abbildung des Hasenclever'schen Ofens findet sich in Wagner's Jahresber. 1873, p. 331, die betreffende Abhandlung in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1872, S. 705.

Man ist überhaupt sehr bemüht, die Zinköfen in jeder Beziehung zu verbessern; man vergl. in dieser Beziehung Thum's Ofen zur Verhüttung der Zinkblende in Wagner's Jahresber. 1874, p. 170. Ausserdem haben die Siemens'sche Regenerativfeuerung und die Gasfeuerung von Boetius den günstigsten Einfluss auf die Zinkverhüttung ausgeübt, so dass mit den Fortschritten der technischen Einrichtung auch die Belästigung für die Adjacenten sehr gemindert worden ist.

7) Ziurek (Vierteljahrsschr. für gerichtl. Medicin 1867, Bd. 6, p. 356) fand in einem Liter Wasser, welches in einem nicht angestrichenen Zinkreservoir aufbewahrt gewesen, 1,0104 Grm. Zink, obgleich der Kochsalzgehalt im Wasser nur 0,0740 im Liter betrug.

8) Chlorzink wird jetzt häufig statt der Carbolsäure in Schiffsräumen als desinficirendes Mittel benutzt. Ueber Chlorzinkvergiftung s. Honsell in der Berl. klin. Wochenschr. No. 18, 19, 1866.

9) Das Zinkgrün wird auf den sächsischen Blaufarbwerken in vier Nüancen dargestellt und kommt auch unter dem Namen Sächsisch-Grün, Gellertsgrün, Ultramaringrün im Handel vor. Das Sächsisch-Grün ist eine Verbindung von Kobalt mit Zink, Chlormagnesium und Spuren von Eisen; es eignet sich gut zum Tapeten- und Papierfarbendruck, zum Anstreichen der Kinderspielwaaren und als Farbstein in Malerkasten für Kinder. Man erkennt die Farbe durch Schwefelammonium, das anfangs eine hellbraune, dann allmählig eine schwarzbraune Verfärbung erzeugt. Schwefelwasserstoff wirkt nicht auf die Farbe ein. Man hat nur dafür zu sorgen, dass das gebrauchte Kobalt arsenfrei ist. Günther in Pappenheim's Monatsschr. 1860, I. Jahrg., p. 329–337. (s. Kobalt.)

Kadmium (S. 696—697).

1) In Oberschlesien wurde im Jahre 1872 eine Menge von 2839 Pfd. erzeugt.

Eine Legirung von Kadmium mit Blei, Zinn und Wismuth heisst Wood's Metalllegirung und dient nur als Metallkitt. Schwefelkadmium wird als gelbe Malerfarbe und in der Lustfeuerwerkerei zur Erzeugung eines blauen Feuers benutzt.

2) Zeitschr. f. ration. Medic. XXIX. I. 1867.

Blei (S. 697–712).

1) Dass die Haut Bleiverbindungen aufnimmt, wird durch die schädlichen Folgen der bleihaltigen Haarfärbemittel bewiesen.

2) Pathogenese u. Symptomatologie der chron. Bleivergiftung, Berlin 1871, p. 66. Man vergl. auch Gusserow in Virchow's Arch., 21. Bd., S. 413; Hitzig: Studien über Bleivergiftung. Berlin 1868.

3) Färbungen des Zahnfleisches können bekanntlich auch bei der Ingestion von Höllenstein, Eisen und beim Gebrauche kohlenhaltiger Zahnpulver entstehen. Aber auch bei Bleiarbeitern bleibt bisweilen der schiefergraue Rand des Zahnfleisches ein locales Symptom und man kann nicht behaupten, dass er sich stets nur in Folge der Ausscheidung des Metalls durch die Speicheldrüsen bildet.

4) Bei der Schilderung dieses Krankheitsbildes hatte Verf. die von Schniewind (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic. u. s. w., XXI. Bd., S. 277, 1862) beschriebenen Fall im Auge, welcher ihm wegen der genauen Bekanntschaft mit dem Verstorbenen ein besonderes Interesse darbot. Solche mehr acut verlaufende Fälle werden hauptsächlich durch Ingestion von Bleiacetat hervorgerufen.

Viele Vergiftungen, die zum chronischen Saturnismus gehören, verlaufen schleichend und bleiben oft in ätiologischer Beziehung dunkel, wenn es nicht zu eclatanten Lähmungen kommt, denn gar nicht selten bleibt es bei den Digestionsstörungen, ohne Affectionen des Nervensystems, namentlich wenn nur sehr kleine Mengen von Blei einwirken, z. B. beim Gebrauch von bleihaltigen oder schlecht verzinnten Gefässen, von irdenen Töpfen mit bleihaltiger Glasur oder von Eisengeschirr mit bleihaltigem Email.

Kussmaul und Maier (Deutsch. Arch. f. klin. Med., 9. Bd., 3. Heft, p. 285, 1872) haben eine ausführliche Beschreibung des chronischen Saturnismus geliefert und einen sehr beachtungswerthen Fall geschildert, der einen 35jährigen Arbeiter betraf, welcher sich länger als 20 Jahre mit Bleifarben beschäftigt hatte. Er litt seit vielen Jahren an chronischem Saturnismus, war aber niemals von Lähmung oder Nervenaffectionen befallen worden. Die Symptome der Vergiftung bestanden in blassgelber Hautfarbe, Abmagerung, Dyspepsie, Verstopfung und Leibweh, das

sich nur zweimal in der letzten Zeit seines Lebens zu Kolikanfällen mit Dysurie und Pulsverlangsamung gesteigert hatte; er starb im zweiten Anfalle, in welchem es zum Erbrechen reichlicher, gallig gefärbter Massen (bei vorhandenem Icterus) und zu profusem Durchfall kam.

5) Tietz, Ch. F., Inaug.-Dissert., Leipzig 1869. Die Beobachtungen erstrecken sich auf den Zeitraum von 1852—1862.

6) Chevallier: Recherches sur les causes de la maladie de la colique de plomb. chez les ouvriers, qui préparent la céruse. Annal. d'hyg. publ., T. XV., p. 1836. Ferner Adelon et Chevallier, loc. eod. 1838, T. XIX.

7) Renaut, J.: De l'intoxication saturnine chronique. Paris 1875. Eine monographische Arbeit mit vollständigem Literaturverzeichnisse.

8) Marmisse. Gaz. des hôpit. No. 25, 1866. Der mitgetheilte Fall von Paralyse in Folge langjährigen Lesens von frischen Druckbogen klingt unglaublich.

9) Samelsohn, Monatsbl. f. Augenheilk., XI., p. 246, 1873.
Ueber Retinitis albuminosa bei Bleivergiftungen vergl. Rau im Arch. f. Ophthal., I. 2. p. 205, 1855, in Schmidt's Jahrb., Bd. 133, p. 116, u. Bd. 143, p. 67.

10) Es gibt aber auch Fälle, in denen diese Lähmungen in Begleitung von Saturnismus chronicus verlaufen.

11) Cousins (Med. Times, Sept. 16, 1864) beschreibt einen solchen Fall von Gesichtslähmung.

12) Virchow's Arch., 39. Bd., p. 1 u. 174.

13) Lewy hat unter 1186 Bleikranken 15mal Caries und Necrose am Oberkiefer, 4mal am Vorderarm, 2mal am Oberschenkel, 1mal an den Rippen und am Brustbein beobachtet (s. Die Berufskrankh. d. Bleiarbeiter, Wien 1873, S. 61. Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilk., XVI. 6 1870.

14) Asthma saturninum chronicum kommt im Allgemeinen selten vor. Lewy (l. c. S. 43) will es unter 1186 Bleikranken nur 21mal beobachtet haben. Bleistaub wird immerhin in den Respirationswegen reizend einwirken, er kann aber hier auf die Dauer nicht abgelagert bleiben, da der Kochsalzgehalt der organischen Flüssigkeiten stets mehr oder weniger verändernd auf das Metall einwirken wird; ausserdem hat das Blei die geringste Affinität zu den Lungen. Die Lungenschwindsucht bei Buchdruckern, Setzern oder Giessern hat man bekanntlich auch auf das Einathmen des Bleistaubes geschoben; da aber bei Bleiweiss- und Mennigarbeitern entschieden die Lungenschwindsucht am wenigsten vorherrscht, obgleich hier der Bleistaub in den meisten Fällen jedenfalls reichlicher als bei irgend einem andern Gewerbe auftritt, so wird dadurch der Beweis geliefert, dass namentlich in Buchdruckereien noch andere schädliche Momente mit einwirken.

15) Paul, Constantin, (Thèse inaugurale, Paris 1861) hat besonders darauf aufmerksam gemacht, dass Frauen, die sich mit Bleiarbeiten beschäftigen, häufig abortiren. Blei wirkt in dieser Beziehung ebenso nachtheilig wie Quecksilber.

Ausserdem begegnet man aber im täglichen Leben tausendfach den Gefahren der Bleivergiftung. Wertheimer (Deutsch. Arch., I. 2., p. 222, 1865) hebt besonders die Fälle hervor, in denen Kinder durch Lecken von Muschelfarben, durch Kauen von Visitenkarten u. s. w. in Bleikolik verfielen. Bei den Gewerben lassen sich nicht alle Möglichkeiten, unter denen die Arbeiter mit Bleipräparaten in Berührung kommen können, angeben. Eine sehr reichliche Casuistik liefert Tanquerel des Planches: Traité des maladies de plomb ou saturnines. Paris 1839.

In historischer und industrieller Beziehung sind die von Stockhausen bei den Hüttenarbeitern in Goslar gemachten Erfahrungen ganz besonders hervorzuheben, da sie die Literatur über Gewerbekrankheiten begründen. Das Werk führt den Titel: De lithargyrii fumo nexio, morbifico ejusque metallico frequentiori morbo, vulgo dicto „Hüttenkatze“, Goslar 1556.

16) Percy's Metallurgie. Uebersetzt von Knapp, Wedding und Rammelsberg. 3. Bd.: Metallurgie des Bleies von Rammelsberg. Braunschweig 1872, p. 316.

Am meisten Blei wird auf den S. 682 erwähnten Hütten gewonnen. Wie bei allen technischen Vorgängen, so haben sich auch in neuerer Zeit bei der Bleigewinnung mit bessern technischen Einrichtungen auch die sanitären Vortheile günstiger gestaltet. So sind namentlich die Oefen bei der Niederschlagsarbeit sehr verbessert worden. Aus dem Rachette-Ofen, einem länglichen, viereckigen, nach oben sich erweiternden und gichtenweise zu beschickenden Ofen ist nach der Modification von Kast der Rundschachtofen entstanden, bei welchem sich weniger Flugstaub bildet und Blei weit weniger durch Verdunstung verloren geht, weil die Gase langsamer aufsteigen und die Gicht vollkommen kalt bleibt. Die Schmelzer sind daher vor den Bleidämpfen und der strahlenden Hitze mehr geschützt, namentlich wenn kräftige Exhaustoren und zweckmässige Condensationscanäle hinzukommen. In Freiberg umfassen die Condensations-Vorrichtungen eine

Ausdehnung von 16,582 Cubikm., ohne die hierzu gehörigen Schwefelsäurefabriken. Die verminderte Entschädigung an die Forst- und Landwirthschaft, sowie die Wiedergewinnung von werthvollem Flugstaube haben die Erbauungskosten vollständig gedeckt.

Eine neue Reinigungsmethode des Bleies nach Payen und Roux wird Natronmetallurgie genannt und besteht im Schmelzen des Bleies mit caustischer Soda und einer geringen Menge Salpeter. Die Schlacke wird auf Arsen und Antimon, welche an Natron gebunden sind, verarbeitet.

Die Bleihütte zu Call in d. Eifel raffinirt das Blei durch Zusatz von chlorhaltigem Salpeter.

17) Clemens (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. s. w., 4. Bd. 1853, p. 177) berichtet über eine Bleivergiftung, welche durch Exhalation warmer Metallflächen bei einem jungen Manne in der Weise entstanden sein soll, dass derselbe sich Abends auf die durch die Sonnenstrahlen erwärmten Bleiplatten eines Balkons oder auch Mittags mit dem Gesicht nach den Bleiplatten gekehrt auszustrecken pflegte.

18) Pappenheim: Die bleiernen Utensilien für das Hausgebrauchswasser, Berlin 1868, S. 128.

19) In neuerer Zeit werden Bleiröhren angefertigt, die inwendig einen zinnernen Mantel haben, so dass Flüssigkeiten nur mit dem Zinn in Berührung kommen können, wobei es allerdings auch auf die Reinheit des Zinns ankommt.

20) Frank-Smith, William, in Lancet, 22. May 1869.

21) E. Meyer (L'Union, 76. 1868) beobachtete bei einem Mädchen, welches sich mit diesem Bleichen der Brüsseler Spitzen beschäftigt hatte, rechtsseitige Hemiplegie mit Diplopie und Strabismus; es bildete sich allmählig eine Atrophie beider N. optici aus. Bei einer Schwester dieser Kranken trat Neuritis des N. opticus ein, welche wieder gehoben wurde. In einem dritten Falle entstand Morb. Bright.

Ebenso gefährlich kann das Bleichen der Strohhüte mittels Bleisalze werden, nachdem sie vorher behufs Entziehung des Fettes in einer Auflösung von Ammoniumcarbonat oder Aetzammoniak eingeweicht und gebürstet worden sind.

22) van der Weyde: Nachtheilige Einwirkung der Papierkragen. Med. and surg. Report. 18., I., 1868.

Kupfer (S. 713—728).

1) Die Fortschritte in der Schmelzung der Kupfererze bestehen in besserer Windvertheilung und in der Anwendung erhitzter und gepresster Gebläseluft. Auch auf Kupferhütten ist der Rundofen statt der früheren Schachtöfen eingeführt. Beim Garmachen und Raffiniren des Kupfers benutzt man vielfach Wasserdampf, indem man auf das einschmelzende und mit Wasser bespritzte Schwarzkupfer Gebläseluft einwirken lässt, oder man bewirkt das Schmelzen mittels einer aus Leuchtgas and Sauerstoff erzeugten Flamme.

2) Der nasse Weg oder das Extractionsverfahren hat namentlich in England bei Kupfererzen eine grosse Verbreitung gefunden. Auch hat man durch Theilung der Arbeit den Zweck zu befördern gesucht, indem die chemischen Fabriken die beim Rösten abfallende schweflige Säure zur Schwefelsäurefabrication benutzen, die Kupferwerke das Kupfer extrahiren und die Eisenhütten die eisenreichen Rückstände in Hohöfen verwerthen. Geschwefelte Erze röstet man für sich oder mit Schwefelkies, um Kupfersulfat zu erzeugen; die oxydirten Erze werden jetzt mehr einem chlorirenden Rösten in Röstöfen mit Drehherd unterworfen, wodurch auch die Arbeiter mehr geschützt werden. Die entweichenden sauren, etwas kupferhaltigen Dämpfe condensirt man und laugt sie mit Kalkmilch zur Abscheidung von Eisenoxyd und arsensaurem Eisen aus; zum Präcipitiren des Kupfers gebraucht man statt der Eisenabfälle auch Schwefelwasserstoff. In Deutschland hat man schon längst, namentlich in Linz und Braubach a. Rh., die Kupfergewinnung auf nassem Wege ausgeführt.

3) In Betreff der Erzaufbereitung ist hier noch im Allgemeinen zu bemerken, dass die Fortschritte in der Maschinenkunde auch auf diesen Zweig des Hüttenwesens einen bedeutenden Einfluss ausgeübt haben, so dass viele Handarbeiten jetzt mittels Maschinen verrichtet werden. Die speciellen Erörterungen über deren Construction würden hier zu weit führen; es genüge daher die Bemerkung, dass zum Setzen von Schlich und Graupen sogen. Mittelkornsetzmaschinen, zum Waschen der Erze Harzer Setzsiebe mit Doppeltrundherden und Rittinger'sche Stossherde vielfach im Gebrauche sind.

4) Dumas: Handb. d. angew. Chemie, 3. Bd., p. 671, 4. Bd., p. 181.

5) Man kann zu diesem Zwecke die Erze in Stück- und Schlichform rösten. Für erstere benutzt man aber noch vielfältig die nach oben sich erweiternden Schacht-

öfen (Kilns), während sich für Schlich und Erzklein die im Texte genannten Oefen vorzugsweise eignen. Wo die schweflige Säure zu sehr verdünnt oder mit den Feuerungsgasen vermischt ist, muss man sich mit den Koksthürmen begnügen.

6) Bekanntlich haben manche Thiere, z. B. Helix pomata, Unio pictonum, Limatus Cyclops, Kupfer im Blute. Wenn man dies auch vom Menschen behauptet hat, so beruht diese Annahme auf Täuschung oder irrthümlicher Analyse.
Lossen (Journ. f. prakt. Chemie, 96. Bd., p. 460) hat besonders darauf aufmerksam gemacht, dass der Kupfergehalt der Aschen bei derartigen Untersuchungen von den beim Einäschern benutzten kupfernen oder messingenen Gegenständen herrühren kann. Man vergl. Blasius in der Zeitschrift f. ration. Medic., 3. R., 26. Bd., p. 240—268. Bergeron et l'Hôte in Compt. rend., 80. Bd., p. 268—270.

7) Reines metallisches Kupfer wirkt nicht als Gift: je leichter aber seine Verbindungen in Wasser löslich sind, desto leichter erfolgt auch eine Einwirkung auf den Organismus, die sich vorzugsweise durch Erbrechen und Diarrhoe kund gibt. Der Grünspan und ähnliche saure Salze geben am ehesten Anlass zu solchen Zufällen, wenn solche Verbindungen in kupfernen Gefässen durch die Einwirkung ihres Inhaltes auf dieselben unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft entstanden sind.
In dieser Beziehung ist aber zu beachten, dass ein benutzter, im Innern mit Fett überzogener gusseiserner Topf Kupfersalze entweder gar nicht oder nur sehr langsam zerlegt, so dass auf diese Weise eine Kupferlösung ziemlich lange unverändert und unzersetzt bleiben kann. Diese Thatsache kann oft von grosser Tragweite sein; so hatten sich z. B nach Tardieu im Jahre 1830 zwei Sachverständige darüber auszusprechen, ob eine fette Suppe, in welcher man ein Kupfersalz gefunden hatte, mit letzterm während ihrer Zubereitung in dem betreffenden eisernen Topfe versetzt, oder ob erst nach dem Ausgiessen der Suppe aus dem Topfe das Kupfersalz zugesetzt worden sei. Indem sich die Sachverständigen auf die rasche Fällung des Kupfers aus seinen Lösungen durch metallisches Eisen, sowie darauf stützten, dass jeder rothe Ueberzug auf der Innenwand des Kessels fehlte, entschieden sie sich für die zweite Ansicht, deren Begründung aber, wie aus dem Obigen hervorgeht, noch einer nähern Untersuchung des betr. Topfes bedurfte. Galippe, L. M. V.: Etude toxicologique sur le cuivre et ses composés. Paris 1876.

8) Nürnberg und Fürth sind noch immer der Hauptsitz der Blattmetall- und Bronzefarbenfabrication. Die Fabrication besteht vielfältig noch in Handarbeit, wenn man von dem Walzen absieht; namentlich ist das stundenlange Schlagen mit schweren Hämmern als eine sehr anstrengende Arbeit zu betrachten, da die zu einem Bande ausgewalzte Legirung noch weiter ausgeschlagen werden muss. Ausschlagen und Ausglühen wechseln einigemal, wobei zur Entfernung des Glühspans auch die Beize mit Schwefelsäure, das Waschen, das Blanksieden in Weinsteinlösung und das Bürsten zur Anwendung kommen. Dann folgt das Zerschneiden des Bandes und weiteres Strecken mit dem Hammer. Mittels des Quetsch- oder Lothhammers werden die Quadrate (Lothe) ausgeschnitten, die dann von den Handschlägern noch weiter verdünnt werden, um schliesslich zwischen den aus der innern Haut von Rindsdärmen angefertigten Goldschlägerhäutchen auf einem aus dolomitischem Kalkstein angefertigten Amboss noch weiter ausgeplattet zu werden. Um das Ankleben der Blättchen zu verhüten, stäubt man dieselben mit Gips, dem sogen. Braun Die Arbeiterinnen, die sich ausschliesslich hiermit beschäftigen, heissen Einlegerinnen. Je nach der Natur des Verstaubungsmittels, welches hier zur Anwendung kommt, können nachtheilige Folgen für die Brustorgane entstehen. Man gebraucht hier im Allgemeinen viel zu wenig Vorsicht, weil eben das Mittel werthloser ist als das zu verarbeitende Metall, dessen Abfall sehr sorgfältig wieder gewonnen wird. Die Blättchen aus ächtem Gold und Silber werden auf dieselbe Weise behandelt.
Den Abfall bei dieser Blattmetallfabrication nennt man Schawin oder Schabin; bei dem starken Verbrauch der Broncefarben wird auch das Metall selbst zu Schabin verarbeitet. Das Pulverisiren des Schabins geschieht auf besonders construirten Mühlen, auf denen die kleinen Blättchen noch weiter zerrissen werden. Das Sortiren bewirkt man durch Schlämmen oder durch einen in einen geschlossenen, mit Kästchen umgebenen Cylinder eintretenden Luftstrom, der in der Weise sortirt, dass er den feinsten Metallstaub am höchsten hebt und daher in das höchste Kästchen fallen lässt. Eine gröbere Sorte heisst Brocat, die durch Stampfwerke hergestellt wird.
Die auf diese Weise erhaltenen Broncefarben zeichnen sich dadurch aus, dass die feinen Staubtheilchen die Blattform haben, welche grade den Glanz dieser Farben bedingt. Kein anderes Verfahren hat bisher dies Ziel erreicht. Die Zerkleinerung auf der Fraismaschine erzeugt namentlich die eckigen oder

rundlichen Körner, da die ausgewalzten und durch Hämmerwerk dünn geschlagenen Blätter mittels einer Kratzbürste durch ein Eisendrahtnetz getrieben und dann mit einer Reibmaschine behandelt werden. (Seelhorst in Nürnberg: Wiener Weltausstellung, 15. Heft, 1874, S. 354).

Diese Methode wird übrigens gegenwärtig auch in England ausgeführt. Die Darstellung des Metallpulvers mittels Amalgamation ist stets mit sanitären Nachtheilen verbunden. Sowohl in technischer als in sanitärer Beziehung ist das chemische Verfahren, das Kupferoxyd in Schuppenform zu reduciren, vorzuziehen.

Bekanntlich pflegen Bronzirer, Gürtler, wie alle übrigen Arbeiter, die metallischem Staube oder metallischen Dämpfen ausgesetzt sind, reichlich Speck und Fett zu geniessen, weil man in den fetten Speisen gleichsam ein Einhüllungsmittel für die metallischen Partikelchen erblickt. Hierbei ist aber zu beachten, dass Kupfer durch Oleosa leichter aufgelöst wird; es ist daher auch nicht zweckmässig, bei Kupferaufnahme Oleosa als Laxantia zu empfehlen.

9) Man vergl. S. 455. Nach dem Trocknen der Farben wird mit Glanzpapier nochmals geglättet und sind die hiermit beschäftigten Arbeiter mehr den Bleiintoxicationen ausgesetzt als diejenigen, welche nach dieser Procedur unter Anfeuchtung mit Bimstein glätten. Ausserdem trägt auch die meist gänzlich vernachlässigte Ventilation in den Werkstätten zur Vergrösserung dieser Nachtheile bei.

10) Bischoff, Carl: Das Kupfer und seine Legirung, Berlin 1865, S. 149.

11) Greenhow: On brass-founder's ague. Med. chir. Transact XXVII. 1862, p. 177. Als Krankheit der Messinggiesser wird das Leiden genauer bezeichnet, während die Franzosen es im Allgemeinen Courbature ou fièvre des fondeurs nennen, womit aber auf die Ursache der Krankheit nicht genauer hingewiesen wird. conf. Annal. d'hyg. publ., Oct. 1863, p. 467.

Schnitzer, Medic. Zeitung vom Verein f. Preussen, No. 25, 1862.

Hirt: Die Gasinhalations-Krankheiten, S. 165. Breslau 1873.

12) Tardieu, A.: Etude hygiènique sur la profession de Mouleur en cuivre pour servir à l'histoire des professions exposées aux poussières inorganiques. Paris 1855. Separ.-Abdr. aus Annal. d'hyg. publ. 1854, T. II., 1. part.

Ueber die anthrakolog. Pneumokoniose der Kupferformer vgl. m. noch A. Proust im Arch. génér., 27. Bd., p 148, 1876.

13) Es ist hier auf einen durch salpetersaure Dämpfe herbeigeführten Todesfall bei einem Arbeiter, den Tardieu und Roussin (Annal. d'hyg. publ. 1875, p. 345) beschrieben haben, hinzuweisen. Das Lungengewebe war an einzelnen Stellen erweicht und hatte ein geléeartiges Aussehen. Saure Reaction wurde durch Lackmuspapier, und durch die Analyse die Gegenwart von Natr. nitric. nachgewiesen.

Neuerdings sind die Dämpfe von Untersalpetersäure als Desinfectionsmittel in Hospitälern und auf Seeschiffen vielfach empfohlen worden. Verf. kann sich auf Grund von Versuchen und vielseitiger Erfahrung mit dieser Empfehlung nicht befreunden und muss diese Dämpfe nach wie vor für recht schädliche erklären.

14) Talmigoldwaaren, z. B. Ohrringe, Uhrketten u. s. w., aus mit Goldblech belegten Kupfer-, Tombak- und Messingplatten angefertigt, die zu Blech ausgewalzt und zu Draht ausgezogen werden, enthalten 1% Gold als Decke und sind recht dauerhaft.

Unter leonischen Waaren oder Drähten versteht man Fabricate aus versilberten und vergoldeten Kupferdrähten und sogen. Plätten, d. h. bandartig plattgewalzten Drähten; man benutzt sie für Theater- und Maskencostüme, Militäreffecten u. s. w. Die Fabricate nennt man Bouillon und Cannetillen.

Phosphorbronze wird durch geringen Zusatz von Phosphor zur Bronze dargestellt und ist dem roth karatirten Golde ähnlich; sowohl zu Schmuck und Decorationssachen als zu Statuen, Kanonen u. s. w. wird es verwendet. Phosphorkupfer enthält in der Regel ½% Phosphor. Der Zusatz von Phosphor macht den Guss von Kupfer und Eisen leichtflüssiger.

15) Die Legirungen sind so vielfach, dass sie nicht sämmtlich namhaft gemacht werden können.

16) Pechelier et Saintpierre: L'étude sur l'hygiene des ouvriers employés à la fabrication du verdet. Paris 1861.

Saintpierre im Monit. scient. 1865, 831. Wagner's Jahresber. 1866, p. 276.

In den französischen Fabriken hat man die Beobachtung gemacht, dass der Grünspanstaub nur wie jeder andere Staub die Schleimhaut der Augen und der Respirationswege reize; auch ist es Thatsache, dass Hühner die Weintrester, die zur Fabrication des Grünspans gedient haben, ohne Nachtheil verzehren.

Quecksilber (S. 728—742)

1) Journ. f. prakt. Chemie, 50. Bd., S. 20, 1850.
2) Merget im Journ. de Méd. et de Chim., Janv. 1872. Wittstein's Vierteljahrsschr. f. prakt. Pharmac., 22. Bd., S. 258, 1873.
3) Kussmaul: Untersuchungen über den constitut. Mercurialismus und sein Verhältniss zur constit. Syph. Würzburg 1861.
4) Bericht des K. K. Allgem. Krankenhauses zu Wien im Jahre 1872. Wien 1873.
Schon Vigier hat gegen Tremor mercurialis Zincum phosphoratum empfohlen. Neuerdings hat es Guéneau de Mussy (Lancet, 5. Febr. 1876) mit sehr gutem Erfolge angewendet und zwar in zwei Pillen von je 0,004 Grm. pro die. Eine zweitägige Verabreichung dieses Medicaments soll das Leiden, welches seit 6 Wochen bestand, ganz gehoben haben.
Nöthigenfalls kann man bis zu 6 Pillen derselben Dosis pro die steigen. Das Mittel soll eine constantere Wirkung als der reine Phosphor entfalten. Angeblich hat es auch bei einer chronischen Arsenvergiftung günstig gewirkt, die mit lähmungsartigen Erscheinungen in den Extremitäten verbunden war und einen Arbeiter betraf, welcher in einer Anilinroth-Fabrik gearbeitet hatte.
5) Voit: Physiol.-chem. Unters. Augsburg 1857.
6) Buchner's Neues Repert. f. Pharmac., Bd. XVII., S. 257, 1868.
7) Im Venetianischen zu Vallalta kommen arme Erze mit nur 0,5 % Quecksilber vor, die, mit Holzkohlenpulver und Thon zu Ziegeln geformt, in Schachtöfen verhüttet werden.
8) In Idria sind die etagenförmigen Schachtöfen fast ganz ausser Gebrauch gekommen. Die horizontalen Flammenöfen nach Alberti benutzt man hauptsächlich für Schlich aus ärmern Erzen, obgleich letztere auch in Schachtöfen wie in Vallalta verhüttet werden, namentlich seit der Einführung der nach Exeli construirten Oefen, bei welchen die Condensation der Quecksilberdämpfe auf eine zweckmässige Weise in auf- und absteigenden Röhren erfolgt (s. Rammelsberg in den Schriften der Wiener Weltausstellung, 20. Heft, S. 918).
9) Der Brand in Idria ist beschrieben in T. G. Krünitz: Oekonomisch-technolog. Encyclop., Bd. 119., Art.: Quecksilber.
10) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1869, S. 33 u. 106.
11) Sitzungsber. der Acad. d. Wissensch., 66. Bd., Oct. 1872.
12) In Idria benutzt man zur Bildung von Schwefelquecksilber einen Trommelapparat und bewirkt die Sublimation in eisernen Kolben mit Helm und Vorlage von Thon. Man hat hierbei für eine dichte Lutirung und vollständige Condensation der Dämpfe zu sorgen.
13) Gaz. de hôpit., Juillet 1864.
14) Eulenberg in der Berl. klin. Wochenschr. No. 46, p. 460, 1865.

Eisen (S. 742—757).

1) In Oberschlesien sind die mulmigen Brauneisenerze so reich an Zink und Blei, dass sie als Nebenproducte gewonnen werden können und zwar das Zink aus dem mit den Gichtgasen abgeführten Zinkstaub, sowie aus dem Zinkschwamm, der sich an den Wänden des Ofens ansetzt. Um das Blei zu erhalten, wird der „Bodenstein" mit engen Canälen hergestellt, aus denen das Blei tropfenweise hervorquillt. Serlo im Amtl. Ber. der Wiener Ausstell., 1. Heft 1874, S. 60.
Es ist hier auch noch die Schlackenwolle oder Glaswolle zu erwähnen, welche ein Gemisch aller erdigen Theile der Erze darstellt. Sie zeichnet sich durch ein sehr geringes Leitungsvermögen für die Wärme aus; man benutzt sie besonders zu Isolirschichten.
2) Eine Verbesserung der Hohöfen besteht in der Erweiterung und Erhöhung derselben, in der Erhitzung der Gebläseluft und in der Herstellung kräftiger Gebläse. Die Winderhitzungsapparate sind verschieden construirt. Die Ableitung der Gichtgase muss stets mittels eines besondern Gichtverschlusses mehr aus der Mitte des Ofens bewirkt werden; das Brennmaterial wird daher ausschliesslich in die Mitte des Ofens und das Erz an den Rand desselben gegeben.
3) Ledebur in der Deutschen Industriezeitung 1874, S. 313. Wagner's Jahresbericht 1874, S. 45.
4) Die Einführung der rotirenden Puddelöfen und der Regenerativ-Gussstahlschmelzöfen nach Siemens-Martin bezeichnet einen bedeutenden Fortschritt im Puddelprocesse. Gurlt im amtl. Bericht der Wiener Ausst. 20 Heft, S. 757.

5) Es ist hier noch hervorzuheben, dass die Feilenhauer beim Hausbetriebe, was z. B. in Remscheid der Fall ist, gar nicht an Bleiintoxication leiden. Verf hatte früher zehn Jahre lang Gelegenheit, viele Feilenhauer in dortiger Gegend zu behandeln, ohne Erkrankungen dieser Art zu beobachten. Neuere Erkundigungen bei dortigen Collegen haben dasselbe Ergebniss geliefert Das Verfahren besteht darin, dass in einer der Breite der Feile entsprechenden Rinne des Ambosses eine geringe Menge geschmolzenen Bleies gegossen wird; nach dem Erkalten desselben wird die betreffende Seite der Feile in die noch weiche Bleimasse eingedrückt. Feine Bleitheilchen setzen sich in die gehauenen Rinnen und werden später durch Bürsten entfernt. Trotzdem ist die Abnutzung der Bleiplatte sehr gering und kann eine solche wenigstens zehn Tage lang benutzt werden; je grösser aber die Feilen sind, desto breiter muss natürlich auch die Bleiunterlage sein: immerhin kann aber bei der beschriebenen Methode das Auflegen der Hand auf die Bleirinne vermieden werden. Das Härten der Feilen geschicht in grösseren Werkstätten, und zwar in der Weise, dass die Feilen bis zu dem Vorsprunge, wo die Schärfen beginnen, in geschmolzenes Blei gesteckt werden. In weissglühendem Zustande werden sie dann in Oel getaucht, wodurch sie schnell erkalten. Diese Arbeit kommt wöchentlich höchstens zweimal vor und dauert nur kurze Zeit; nachtheilige Einwirkungen von Bleidämpfen hat man bisher auch hierbei nicht beobachtet. Es bestätigt sich somit die bereits S. 703 erwähnte Thatsache, dass beim Schmelzen des Bleies kein sanitärer Nachtheil entsteht, wenn es dabei zu keiner Oxydation kommt.

Uebrigens ist das eigentliche Feilenhauen schon wegen des anhaltenden Sitzens und der nach vorn gebogenen Körperstellung nachtheilig, wozu auch häufig noch ein übermässiger Branntweingenuss kommt, da die Arbeit eine einträgliche ist.

6) Krumme hat im Correspondenzbl. des Niederrh. Vereins f öffentl. Gesundheitspfl. (No. 7, 8, 9, 1875) die Schleiferei von Goldenberg & Comp. in Zornhoff bei Zabern beschrieben.

M. vergl auch: Système de ventilation appliqué aux meules et polissoirs des usines de Goldenberg & Comp. au Zornhoft près Saverne. Extrait du 19. vol. de la public indust. etc. de M. Armengaud ainé. Paris 1870.

7) Die Regierung zu Aachen hat bereits unter dem 2. Februar 1857 eine Polizeiverordnung erlassen, nach welcher jeder Schleifstein mit einer aus starkem Eisen bestehenden Schutzvorkehrung zu versehen ist, welche verhindert, dass ein abspringendes Stück des Schleifsteines in den Arbeitsraum fliege. Ausserdem muss in jedem Schleiflocale eine Vorrichtung bestehen, welche die Verbreitung des beim Schleifen entstehenden feinen Metall- und Steinstaubes in den inneren Raum des Locales verhütet.

Die Nähnadelfabriken zu Aachen datiren aus dem 16. Jahrhundert zurück; die ersten Maschinen zur Nähnadelfabrication wurden in Burtscheid bei Aachen eingeführt; Iserlohn und Altena vertreten gegenwärtig die westphälische Nadelfabrication. Preussen zählt 34, Bayern 30 Nadelfabriken, in denen zusammen 4000 Arbeiter beschäftigt sind.

8) Krumme theilt (l. c.) einige statistische Notizen über die Altersverhältnisse der Schleifer in Remscheid mit:

a) in dem Alter von	15—24	Jahren incl. befanden sich	88
b) „ „ „ „	26—34	„ „ „ „	52
c) „ „ „ „	36—44	„ „ „ „	38
d) „ „ „ „	45—54	„ „ „ „	13
e) „ „ „ „	55—64	„ „ „ „	3
f) „ „ „ „	65—74	„ „ „ „	2
		Summa:	196

Ueber 40 Jahre alt sind überhaupt nur 24 geworden, über 50 Jahre 10, über 60 Jahre 3. Von den letzteren betrieben zwei das Schleifen nur wenig.

Auch in England hat man den tödtlichen Ausgang in der Regel vor Eintritt des 40. Lebensjahres bei der Schleiferkrankheit beobachtet, die auch vielseitig Schleiferfäule (grinder's rot) genannt wird. Sie stimmt im Allgemeinen am meisten mit der Schwindsucht der Steinmetzer (Stone-cutter's consumption) überein, die sich in allen Ländern wiederholt, in denen ohne Vorsichtsmassregeln hartes Steinmaterial bearbeitet wird. So sind es in Frankreich ganz besonders die dort vorkommenden Mühlsteine, deren Bearbeitung die Meisten noch vor dem 40. Lebensjahr hinwegrafft.

Hinsichtlich der Schleiferkrankheit ist noch hervorzuheben, dass dieselbe vor dem Jahre 1786 noch unbekannt war und sich erst mit der Vergrösserung der Fabriken, sowie der Ueberfüllung der Werkstätten mit Arbeitern immer mehr

bemerkbar machte, während früher die Fabriken mehr auf dem flachen Lande zerstreut, auch kleiner waren und namentlich den Wechsel der Arbeit noch gestatteten.

9) Holland, Disease of the lungs from mechanical causes and inquiries into the condition of the artisan exposed to the inhalation of dust. London 1843.
— Inhalation gritty and metallis particles. Monthly Journ. Novbr. 1843.
Jordan, Die Krankheiten der Arbeiter in Stahlfabriken. Vierteljahrsschr. f. ger. Medic., 23. Bd., S. 136, 1863.
Hirt, Die Staubinhalations-Krankheiten. S. 73 etc. Breslau 1871.

10) Bei der Holzbearbeitung nehmen die Dampfsägemühlen eine wichtige Stellung ein. Man benutzt dazu Kreis-, Band-, Fournirsägen etc., je nachdem man Latten, Stämme oder Blätter herstellen will. Findet die Arbeit in geschlossenem Raume statt, so ist der Holzstaub immer beachtungswerth, wenn er auch keine specifische Schädlichkeit enthält und bisher besondere Leiden der Brustorgane bei Sägemüllern nicht beachtet worden sind. Immerhin wird aber die Reinheit der Luft in geschlossenem Raume dadurch beeinträchtigt und bleibt es fraglich, ob nicht dadurch die Entstehung von Katarrhen, Bronchitis und Emphysem begünstigt wird. Würde mit der Dampfmaschine ein Exhaustor in Verbindung gebracht, so könnte man die in den Werkstätten sich ansammelnden Staubwolken leicht verhüten. Der Abfall, das Sägemehl, ist in technischer Beziehung wichtig geworden; man benutzt es zur Darstellung von Spiritus, Oxalsäure, zum Reinigen des Leuchtgases, zur Cementation des Eisens und zur Herstellung künstlichen Holzes, welches man zu Ornamenten benutzt, indem durch Zusammenmischen des Sägemehls mit Leim, Leinöl, Firniss, Kreide, Thon etc. zunächst ein Teig gebildet und dieser in Formen von Metall, Schwefel, gebranntem Gips u. s. w. gedrückt wird.

Zu erwähnen ist auch das Biegen des Holzes, wozu man in den Fabriken Maschinen benutzt. Beim Hausbetriebe werden die Hölzer hierzu durch Einweichen vorbereitet; namentlich werden die frischen Stäbe, welche zu Tonnenreifen dienen, einer Maceration unterworfen. Wird diese Procedur in engen Strassen grosser Städte vorgenommen, so soll hierdurch die Entstehung von Malariafieber leicht begünstigt werden (s. Martineau: De l'insalubrité des tonnelleries à St. Pierre. (Martinique): Annal. d'hyg. publ., p. 320, 1869.).

Die Bearbeitung der Oberfläche des Holzes wird durch Hobeln, Raspeln, Pressen, Ziehen u. s. w. bewirkt. Zum Verschönern dient das Schleifen und Schaben (Staubbildung), das Beizen, das Bohnen, Poliren, Lackiren, Vergolden und Versilbern.

11) Eulenberg: Ueber emaillirte gusseiserne Kochgeschirre. Preuss. Vereinszeitung No. 16 1862, No. 40 1863. Dingler's polyt. Journ. 1864, S. 449.
Ziurek, Deutsche Industriezeitung 1871, No. 48, p. 478.

12) Zur Darstellung von bleifreiem Email schmilzt man zuerst Kieselsäure und Soda und lässt die flüssige Masse in Wasser auslaufen. Dieses Glas wird nochmals in Tiegeln unter Zusatz von Borax, Magnesia, Soda, Thon und Kieselerde geschmolzen und als Email benutzt. s. Dingler's polyt. Journ., Bd. 103, S. 369, 1847.

Vor nicht langer Zeit war die Gräflich Einsiedel'sche Eisengiesserei in Lauchhammer die einzige, welche metallfreies Email lieferte; in neuerer Zeit sind auch die Eisenhütte zu Gleiwitz, die Marienhütte zu Kotzenau, die Wilhelmshütte in Sprottau und die Eisenhütte bei Thale hinzugekommen.

13) Zenker in Deutsches Arch., II. Bd., 1 Heft 1866.

14) Merkel, eod. loc. VIII. Bd., p. 206, 1871.

15) Eulenberg: Die Lehre u. s. w., S. 419.

Aluminium (S. 757–765).

1) J. B. Dornbusch: Die Kunstgilde der Töpfer in der abteilichen Stadt Siegburg und ihre Fabricate. Mit Berücksichtigung von andern bedeutenden rheinischen Töpferniederlassungen. Ein Beitrag zur Geschichte des Kunsthandwerks am Rhein. Mit 36 lithogr. Abbild. u. 3 Taf. Köln, J. M. Heberle, 1873.

2) Vohl: Die Gase und Dämpfe, welche sich bei den hier zu Lande üblichen Feldziegeln entwickeln. Dingler's polyt. Journ., 178. Bd., 4. Heft, S. 296.

3) Heise: Die Krankheiten der Arbeiter in den Ziegelsteinfabriken. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., 17. Bd., S. 20, 1860.

4) Die Bleiglasur der Töpfergeschirre stammt aus dem 16.–17. Jahrhundert; aber erst im Jahre 1794 machte Ebell auf den sanitären Nachtheil derselben aufmerksam. Seit dieser Zeit sind namentlich aus Frankreich viele Fälle von Vergiftungen in Folge des Gebrauchs dieses Töpfergeschirrs mitgetheilt worden, da man dort einen

künstlichen Wein (Piquette) in denselben mittels Zuckersyrups, Essigs und eines Aufgusses von Blättern des Weinstocks, des Pfirsichbaums, der Johannisbeeren und des Flieders darzustellen pflegt, wobei sich ein Gährungsprocess bildet (conf. Chevallier (Annal. d'hyg. publ., Avril 1859, p. 308).

Zur Darstellung der Bleiglasur nimmt man gewöhnlich Bleiglanz, Glätte, Mennige oder Bleiweiss und Thon (kieselsaure Thonerde); nur wenn alles Bleioxyd durch die Kieselsäure gebunden wird, ist diese Verbindung unschädlich, da sie von den gewöhnlichen, in den Haushaltungen gebräuchlichen Säuren nicht angegriffen wird. In diesem Falle muss aber das Bleioxyd in einem äquivalenten Verhältniss zur Kieselsäure vorhanden sein; man muss daher ganz genau den Kieselsäuregehalt in den Ingredienzen (Thon, Lehm, Sand) kennen und dabei eine solche Temperatur beim Brennen beobachten, dass die chemische Verbindung, d. h. die Bildung des Bleisilicats, erfolgen kann. Bei der gewöhnlichen Fabrication verlässt man sich aber nur auf empyrische Manipulationen und beachtet nichts weniger als die oben erwähnten Bedingungen Aus dieser Ursache bleibt die Bleiglasur des Töpfergeschirres in sanitärer Beziehung stets gefährlich. Eine intensive Vergiftung dieser Art hat in neuerer Zeit Swederus (Deutsche Klinik No. 42, 1873) mitgetheilt, während Hohnbaum in Henke's Zeitschr. f. Staatsarzneikunde 1872 über die Vergiftung einer ganzen Familie durch die Bleiglasur von Töpfergeschirr berichtet hat. Ebell's Schrift: Die Bleiglasur der irdenen Küchengeschirre als eine unerkannte Ursache vieler Krankheiten, erschien zu Hannover.

Genaue chemische Untersuchungen über die Bleiglasur hat Dr. Emil Erlenmeyer (Mittheilungen f. d. Gewerbeverein in Nassau, 1856, No. 19, 20, 59. Polyt. Centralbl., p. 675, 1857) angestellt. Erlenmeyer macht darauf aufmerksam, dass viele Töpfer die schlechte Sitte haben, Bruchstellen oder Stellen, wo keine Glasur sitzt, je nach der Farbe mit einem Brei von Bleiglanz oder Bleiglätte anzustreichen, damit solche dem Käufer nicht so leicht auffallen.

Innhäuser hat die betreffenden Arbeiten über Bleiglasur und Bleiintoxication in der Wiener Medicin. Presse (No. 25 u. s. w. 1871) zusammengestellt.

5) Wilbrand: Einige Bemerkungen über Gewerbekrankheiten der Steinzeug-Arbeiter und ihre Ursachen. Vierteljahrsschr. f. ger. Medic. u. s. w., S. 124, 24. Bd., 1876.

Ultramarin-Industrie (S. 766).

Man unterscheidet in der Technik kieselarmes Ultramarin (Sulfat- und Soda-Ultramarin) und kieselreiches Ultramarin. Je nachdem man die eine oder andere Sorte darstellt, benutzt man auch häufig ein besonderes Ofensystem. Man zieht für kieselarmes Ultramarin noch häufig die Tiegel vor, für kieselreiches Ultramarin sind aber ausschliesslich Muffelöfen mit cylindrischer Form in Gebrauch. Im Allgemeinen soll nach dem Urtheil der Techniker die Menge des zugesetzten Schwefels über den nothwendigen Verbrauch hinausgehen, welcher daher auch theils im Ofen verdampft, theils zu schwefliger Säure verbrennt und daher verloren geht. Ueber die Bindungsweise des Schwefels, sowie über die chemische Constitution der Ultramarinverbindungen sind die Ansichten noch sehr schwankend und hat deshalb der Verein deutscher Ultramarinfabricanten einen Preis für die beste Arbeit hierüber ausgesetzt. In sanitärer Beziehung würde die Lösung dieser Frage von grosser Bedeutung sein, wenn namentlich die Menge der schwefligen Säure vermindert werden könnte; ihr nachtheiliger Einfluss auf die Vegetation in der Umgebung dieser Fabriken gibt sich nicht immer in prägnanter Weise kund. conf. Reinhold Hoffmann im Amtlichen Bericht der Wiener Weltausstellung, 20. Heft, S. 678.

Chrom (S. 768—773).

1) Gmelin, l. c. S. 22.
2) Neese, N., Pharmac. Zeitschr. f. Russl., No. 7, 1862. Die Vergiftung betraf den Prof. Parochow zu Charkow.
Schrader: Kaliumbichromat als Abortivum. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medic., V. Bd. S. 113, 1866.
Als Antidote gelten die Alkalien, welche die Bildung des neutralen Kaliumchromats veranlassen.
3) Annal. d'hyg. publ., Janv. et Mars 1876. Die erste Abhandlung erschien loc. eod., T. 21, S. 18, 1869.
4) Brit. med. rev., T. 28, Oct. 1861.
5) Lancereaux, Annal. d'hyg. publ., S. 339, 1875.
6) Arch. d. Pharm., 81. Bd., 2te Reihe, 1855.

7) v. Linstow in der Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med., 20. Bd., S. 60, 1874.
8) Das gelbe Papier wird erfahrungsgemäss häufig als Enveloppe für Brustcaramellen benutzt; ein derartiger Beutel kann 0,294 Chromblei enthalten.
9) Uppenkamp, Julius: Ueber Chromverbindungen. Wiener Weltausstellung, 20. Heft, S. 723.

Mangan (S. 774—775).

1) Man hat auch Braunstein und künstlich dargestelltes Mangansuperoxyd als Anstrichfarben benutzt. Mangan- oder Nürnberger-Violett wird durch Schmelzen von Manganoxyd mit Phosphorsäure und Abkochen der resultirten Masse mit Ammoniumcarbonat erhalten (s. Bendix im 20. Heft, S. 849 des Amtl. Ber. über die Wiener Ausstellung).
2) Tessié du Motay und Maréchal stellen zu diesem Zwecke übermangansaures Natrium im Grossen dar, indem sie mangansaures Natrium mit einer Lösung von Magnesiumsulfat, Chlormagnesium und Chlorcalcium versetzen, wobei gleichzeitig Mangansuperoxydhydrat gefällt wird:

$$3 Na_2 MnO_4 + 2 MgSO_4 + 3 H_2O = 2 NaMnO_4 + 2 Na_2SO_4 + 2 H_2MgO_2 + H_2MnO_3.$$

3) Kühne (Verhandl. des Vereins z. Beförd. des Gewerbefleisses in Preussen 1866, S. 116 u. 171) nennt Eisenchamäleon eine Verbindung von Eisensulfat und übermangansaurem Natrium, welche ganz besonders den Leichengeruch an den Händen nach Sectionen rasch beseitigt.

Nickel (S. 775—779).

1) Gmelin, l. c. S. 70.
2) Künzel: Nickel und Kobalt. Wiener Weltausstellung, 20. Heft, S. 859.
3) In Betreff des Gerstenhöfer'schen Fällthurmes s. S. 833.

Kobalt (S. 779—781).

1) Gmelin, l. c. S. 75.
2) Siegen, Medic. Centralbl. No. 57, 1873.

Thallium (S. 782).

1) Paulet im Arch. génér., p. 507, 1863. Lamy in Gaz des hôp, p. 104. 1863. Grandeau in Robin's Journ. de l'anat., p. 378, 1864. Rabuteau in Gaz. hebd. de méd., 18., p. 293. Letzterer hält das Thallium für ein Muskel- und Herzgift.
2) Thallium legirt sich mit Magnesium sehr gut und lässt sich zu Drähten und Bändern verarbeiten. Die Legirung verbrennt weniger lebhaft als Magnesium. Wismuth-Thalliumglas wird für optische Instrumente und zur Darstellung der Pierres de Strass benutzt.

Gold (S. 782—784).

1) Die Goldschlägerei ist eine sehr anstrengende Arbeit und wird ohne Mithülfe von Maschinen ausgeführt (s. S. 892).
2) Natriumgoldchlorid $AuCl_3 + NaCl + 2 H_2O$ (Auro-natrium chloratum) dient in der Photographie zur Tonung der Papierbilder.

Knallgold wird durch Uebergiessen von Goldoxyd mit Ammoniak dargestellt. Der gewöhnliche Goldlack für Metallwaaren besteht aus einer Schellacklösung mit Pikrinsäure und krystallisirter Borsäure.

Palladium (S. 785).

1) Gmelin, l. c. S. 66.

Iridium (S. 785).

1) Gmelin, l. c. S. 63.

Osmium (S. 785).

1) Gmelin, l. c. S. 50 und 52.
2) Gaz. de Paris, 28, 1874.

Molybdän (S. 786).

1) Gmelin, l. c. S. 47.
2) Eulenberg's Lehre u. s. w., S. 476.

Wolfram (S. 787—788.

1) Der Wolframstahl wird zur Anfertigung von Magneten benutzt.
2) Gmelin, l. c. S. 40 - 41.
3) Philipp im 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 745. Schwefelwolfram ist wie Graphit zu gebrauchen.

Uran (S. 788).

1) In den Uranerzen von Joachimsthal findet sich Vanadin, das auch in manchen Eisen- und Kupferschlacken, sowie in Eisenerzen enthalten ist. Dasselbe liefert mit Chrom eine schöne Farbe; aus vanadinsaurem Ammonium, Pyrogallussäure und arabischem Gummi nebst Regenwasser wird auch eine Schreibtinte bereitet.
2) Gmelin, l. c. S. 79.
3) Uranhydrat, welches als gelber Körper auftritt, die Eigenschaft einer Base und Säure hat, ist als Uranylhydrat $UO_2(OH)_2$ aufzufassen. Das Uranhydrat, welches ein brauner Niederschlag ist, hat die Formel $U(OH)_4$. In technischer Beziehung vergl. man Patera im 20. Heft der Wiener Ausstellung, S. 836.

Schlussbetrachtung (S. 789—806).

1) Die Gleichstellung der weiblichen Arbeiterinnen mit den geschützten Personen ist als ein zeitgemässer Fortschritt zu betrachten und sollte auch in Deutschland zur baldigen Nachahmung auffordern (s. Die Ergebnisse der über die Frauen- und Kinderarbeit in den Fabriken auf Beschluss des Bundesraths angestellten Erhebungen, zusammengestellt im Reichskanzler-Amt. Berlin 1876, Druck der Königl. Geh. Ober-Hofbuchdruckerei, S. 41).

Die Initiative zu eingehenden Erhebungen über die Beurtheilung der Angemessenheit und Nothwendigkeit eines gesetzlichen Schutzes der in Fabriken beschäftigten Frauen und Minderjährigen gegen sonntägliche Arbeit und gegen übermässige Beschäftigung an den Werktagen ist vom Reichstage in der Sitzung vom 30. April 1873 ausgegangen und zwar auf Grund mehrfacher, während der Sessionen von 1872 und 1873 eingegangener Petitionen. Es hat sich herausgestellt, dass in Preussen etwa 3½mal so viel Männer wie Frauen beschäftigt sind, in Bayern und Würtemberg ist die Zahl der männlichen und weiblichen Arbeiter fast gleich gross, in Sachsen sind etwa um die Hälfte mehr Männer als Frauen beschäftigt; in Hessen übersteigt die Zahl der Arbeiter die der Arbeiterinnen um etwa 75%, in Baden umgekehrt die Zahl der Arbeiterinnen die der Arbeiter um etwa 10%.

Die tägliche Arbeitszeit der Arbeiterinnen ist sehr verschieden und meistens noch dem Ermessen der Fabricanten anheimgegeben. Meist beginnt sie im Winter um 6 oder 7 Uhr und endet Abends um dieselbe Zeit; im Sommer beginnt sie nicht selten früher. Die Arbeitspausen umfassen durchschnittlich 1½—2 Stunden, die wirkliche Arbeitszeit beträgt daher durchschnittlich 10—11 Stunden täglich; nur in der Textilindustrie dehnt sie sich nicht selten auf 13 Stunden aus.

Man kann annehmen, dass die Verwendung der Frauen zu Fabrikarbeit noch im Steigen begriffen ist, namentlich ist man bei der Cigarrenfabrication zu dieser Annahme berechtigt, auch bei denjenigen Industriezweigen, welche zum Maschinenbetriebe übergegangen sind, hat man mehr weibliche Arbeitskräfte herangezogen.

Nachts- und Sonntagsarbeit der Arbeiterinnen kommt namentlich in Preussen am häufigsten in der Thonwaaren- und Glasindustrie, in der Papierindustrie, in der Rübenzuckerfabrication und besonders in der Textilindustrie vor. Häufig hängt diese Arbeit wie in allen andern Staaten von den lebhaften Geschäftszeiten und bisweilen auch von der Art des Betriebes ab.

Gesonderte Räume für Arbeiterinnen finden sich in einzelnen Gegenden in den Papierfabriken, am seltensten im Hüttenbetriebe, während in der Textilindustrie sehr verschiedene Verhältnisse obwalten und in manchen Industriezweigen eine gemeinsame Arbeit oft durch die Eigenthümlichkeit des Betriebes geboten wird. Am häufigsten scheinen männliche und weibliche Arbeiter an denselben Arbeits- und Maschinenstücken in der Thon-, Porcellan- und Glaswaarenfabrication, in Tabaks- und Cigarrenfabriken sowie in der Fabrication von Zündwaaren beschäftigt zu sein. Die vereinte Thätigkeit bildet in der sog. Veredelungsindustrie (Bleichereien, Färbereien, Appreturanstalten und Druckereien) die Regel.

Die Verhältnisse hinsichtlich der zu Gunsten der Arbeiterinnen getroffenen

besondern Veranstaltungen, wie Einrichtung von An- und Auskleideräumen, Wasch- und Baderäumen, Schlafanstalten, Logirhäusern, Koch-, Speise- und ähnlichen Anstalten stellen sich noch nicht vortheilhaft heraus. Besondere An- und Auskleidezimmer finden sich regelmässig nur in Zündwaarenfabriken. In den Rübenzuckerfabriken, in denen Nachtarbeit üblich ist, finden sich auch mitunter Schlafanstalten und Logirhäuser; Sonntags-Nachmittagsschulen, gemeinsame Näh- und Strickschulen kommen nur vereinzelt vor.

Vor und nach der Niederkunft haben die Frauen in den meisten Fabriken keine andere Erleichterung, als dass ihnen der Platz zum Wiedereintritt offen gelassen wird. Nur in einigen chemischen Fabriken im Regierungsbezirk Breslau wird den Frauen die Einstellung der Arbeit zwei Monate vor ihrer Entbindung zur Pflicht gemacht (s. S. 30). Der Kreis Iserlohn zeichnet sich durch die Rücksicht aus, die er den Frauen widmet; hier beginnt die Frauenarbeit erst um 9 Uhr und die Arbeitspause kann von 11—2 Uhr dauern. Auch in andern Gegenden Deutschlands gibt sich namentlich in der Textilindustrie die Fürsorge dadurch kund, dass die Arbeiterinnen die Arbeit früher verlassen oder später mit derselben beginnen dürfen, namentlich wenn sie in Accord arbeiten. Eine gänzliche Entfernung der Frauen aus den Fabriken ist nicht zulässig, da manche Arbeiten eine Fingerfertigkeit erfordern, die den Arbeitern meist abgeht; man halte sie nur von solchen Arbeiten fern, die überhaupt dem weiblichen Organismus nicht angemessen sind und denselben einer grössern Gefahr aussetzen. Dies gilt namentlich von schwangeren und stillenden Frauen, die mit keinen giftigen Farben, keinen Bleipräparaten, keinen Phosphor- und Quecksilberdämpfen in Berührung kommen dürfen (s. Hirt: Die gewerbliche Thätigkeit der Frauen vom hygienischen Standpuncte aus. Breslau u. Leipzig 1873).

Von der grössten Wichtigkeit ist die Sorge für die kleinen Kinder der Frauen. Als unentbehrlich für Fabrikorte sind die Krippen (crêches) oder Säuglings-Bewahr-Anstalten zu betrachten; sie verdienen eine allseitige Unterstützung und ist ihr segensreicher Zweck nicht hoch genug anzuschlagen; es ist zu bedauern, dass die vom Reichskanzler-Amt angestellten Erhebungen diesen Gegenstand nicht berühren. Wir unterlassen nicht, diese höchst wichtige und namentlich auch auf die Verminderung der Kindersterblichkeit hinzielende Einrichtung als eine wahre Humanitäts-Anstalt dringend zu empfehlen (s. Eulenberg's Medicinalwesen, S. 60.)

Verbreiteter sind die Kinderbewahranstalten und Kindergärten für 2-4jährige Kinder, deren Nutzen sich auch indirect auf die Mütter erstreckt, insofern diese dadurch schon mehr genöthigt werden, die Kinder in einem reinlichen Zustande diesen Anstalten zu überweisen und sich selbst an Ordnung zu gewöhnen.

Was die jugendlichen Arbeiter betrifft, so haben die Erhebungen ergeben, dass in Preussen 47,500, in Bayern 5600, in Sachsen 17,000, in Würtemberg 3000 junge Leute von 12—16 Jahren in Fabriken beschäftigt sind. Die meisten sind in der Textilindustrie, in den Berg- und Hüttenwerken, in Tabak- und Cigarrenfabriken beschäftigt. Die jugendlichen Arbeiter bilden ungefähr den zehnten Theil der in Fabriken beschäftigten Arbeiter.

Die gesetzlichen Bestimmungen (s. S. 30) über die Arbeitszeit kommen im Deutschen Reiche noch lange nicht zur gleichmässigen Ausführung; die meisten Zuwiderhandlungen kommen in Glasfabriken vor und überhaupt in denjenigen Fabriken, in welchen die jugendlichen Arbeiter den erwachsenen Arbeitern zur Hand gehen, wie in Eisen- und Zinkhütten, Spielwaarenfabriken, Spinnereien, Ziegeleien, Papier- und Cigarrenfabriken, eine Erfahrung, die sich auch in andern industriereichen Ländern, namentlich in England, wiederholt.

Wegen Beaufsichtigung der Fabriken beginnt in Preussen eine neue Aera durch den grössern, den Fabrikinspectoren bewilligten Wirkungskreis. Hier muss die Erfahrung darüber noch entscheiden, wie sich überhaupt das Verhältniss der Fabrikinspectoren zu den Behörden zu gestalten hat und namentlich wie weit die Befugniss derselben den Industriellen gegenüber gehen soll. Die Beaufsichtigung der jugendlichen Arbeiter, welcher die bestehenden Bestimmungen zu Grunde liegen, ist leicht zu handhaben; die Schwierigkeit entsteht erst bei den hygienischen Fragen, deren Erledigung nicht in allen Fällen als eine Aufgabe der Fabrikinspectoren zu betrachten ist. Hier muss die Medicinalbehörde das ergänzende Glied sein und dürfte man von diesem Gesichtspuncte aus der Thätigkeit eines Kreisausschusses, wenn zu seinen Mitgliedern Aerzte und Techniker gehören, eine günstige Prognose stellen. Hoffen wir daher, dass die Geschäfte des Kreisausschusses bezüglich der gewerbepolizeilichen Angelegenheiten (nach § 135 V. der Kreisordnung) dieses wichtige und dem Bedürfnisse der Zeit entsprechende Ziel anstreben werden; der Fabrikinspector könnte dann immerhin als die geeignete

Persönlichkeit zu betrachten sein, welcher die etwaigen Uebelstände aufzusuchen und zu constatiren hat, um dann nach genauer Feststellung der Thatsachen mit der zuständigen Behörde das Weitere wegen Abhülfe der Uebelstände zu verhandeln.

2) Die Schulhygiene kann wegen ihres grossen Gebietes hier nicht speciell erörtert werden. In Bezug auf Reinheit der Luft, Heizung und Ventilation sind die betreffenden Artikel zu vergleichen.

3) Roberts, Henry: Das Musterhaus u. s. w. Deutsch von Busse. Potsdam 1852.

4) Yeld, H. S.: Ueber die Ergebnisse, die sich von der Ausführung des Gesetzes über die Arbeiter-Wohnungen erwarten lassen. The Sanitary Record, Oct. 30. 1875. Das betreffende Gesetz, „Artisans Dwellings Act 1875", bezweckt die Verbesserung der Arbeiterwohnungen in grossen Städten und verfolgt somit eine sehr schwierige Aufgabe. Yeld hebt besonders den nachtheiligen Einfluss schlechter Wohnung auf das leibliche und geistige Wohl hervor. In dieser Beziehung vgl. man besonders noch Etienne-Laspeyeres: Der Einfluss der Wohnung auf die Sittlichkeit. Eine moralstatistische Studie über die arbeitenden Classen der Stadt Paris. Berlin 1869.

Abbildungen von Arbeiterwohnungen im Regierungsbez. Düsseldorf finden sich bei Beyer: Bericht über die Verwaltung und den Stand des Medicinal- u. Veterinärwesens im Regierungsbezirk Düsseldorf. Oberhausen 1874.

— Die Fabrikindustrie des Regierungsbezirks Düsseldorf vom Standpuncte der Gesundheitspflege. Oberhausen 1876.

5) Thaer: Ueber ländliche Arbeiterwohnungen. 15. Heft der Deutschen Zeit- und Streitfragen. Berlin.

Richter, Langsdorff und von der Goltz: Die Lage der ländlichen Arbeiter im Deutschen Reiche. Berlin 1875.

von der Goltz und Kintzel: Ländliche Arbeiterwohnungen. Königsberg 1865.

6) Allgemeine Gesichtspuncte erörtern:

Horky: Studien über Krankenanstalten, deren bauliche Anlage und Ausführung. Wien 1860.

Plage: Studien über Krankenhäuser. Berlin 1873.

Esse: Die Krankenhäuser, ihre Einrichtung und Verwaltung, 2. Aufl. Berlin 1868.

Oppert: Die Einrichtung der Krankenhäuser. Berlin 1859.

Degen, Ludw.: Der Bau der Krankenhäuser mit besonderer Berücksichtigung der Ventilation und Heizung. München 1862.

Die neuern Anschauungen finden sich in folgenden Schriften:

Virchow: Ueber Lazarethe und Baracken. Berlin 1871.

Waring, Ed. John: Hüttenhospitäler, ihre Zwecke, Vorzüge und Einrichtung. Mit einem Nachtrage von Dr. W. Menke. Berlin 1872.

Steinberg: Kriegslazarethe und Baracken. Berlin 1872.

Sander, Friedrich: Ueber Geschichte, Statistik, Bau und Einrichtung der Krankenhäuser. Köln 1875.

7) Man denke sich ein Quadrat, welches in zwei Hälften getheilt ist: die eine Hälfte stellt die Heizkammer für die Aufstellung der Heizkörper dar, die andere Hälfte besteht aus zwei Theilen, aus der Luft- und Mischkammer. In die Luftkammer wird die äussere Luft mittels eines Canals geführt, damit sie von hier aus direct in die Heizkammer gelangt. Die hier erwärmte Luft wird mittels eines Ventilators durch die Mischkammer in den betreffenden Saal getrieben. Die Mischkammer steht mit der Luftkammer mittels eines Schiebers in Verbindung. Steigt die Temperatur zu hoch, so lässt man kalte Luft aus der Luftkammer direct in die Mischkammer eintreten. Es ist somit erforderlich, dass ein Sachverständiger das Thermometer in der Mischkammer beständig beobachtet, um die Temperatur dem Bedürfnisse entsprechend zu regeln.

8) Degen, Ludwig: Praktisches Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung von öffentlichen und Privatgebäuden. München 1869. Das Werk basirt auf den von Morin gewonnenen Resultaten und berücksichtigt auch mehrere Einrichtungen, welche in der Industrie zu verwenden sind.

Wolpert: Die Principien der Ventilation und Heizung. Braunschweig 1860.

9) Die bezüglichen Versuche sind in der gynäkologischen Klinik zu Bonn von Sachverständigen angestellt worden.

Alphabetisches Sachregister.

A.

B.

D.

E.

F.

G.

H.

M.

N.

O.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

Druck von R. BOLL, Berlin, Mittelstr. 29.

Errata.

Seite 17, Alin. 6 von oben lese man: in Bewegung befindliche statt in Bewegung sich befindliche.
„ 79, „ 2 „ „ „ „ Parasitentheorie statt Parasitenthiere.
„ 117 in der 14. Zeile v. oben lese man: den Verunreinigungen statt der Verunreinigung.
„ 135, Alin. 3 von oben lese man: ($KClO_4$) statt ($RClO_4$).
„ 136, in der 4. Zeile von unten lese man Oidium Tuckeri statt Oidium Tuckeni.
„ 164, Alin. 2 von unten und S. 166, Alin. 2 von oben lese man Gerstenhöfer statt Gerstendörfer.
„ 256, „ 2 von oben: enthält statt enthielt.
„ 276, „ 3 „ „ lese man Phosphorpentabromid statt Phosphorpeutabromid.
„ 280, „ 7 von unten pyrophosphorsaures Natrium statt pyrophosphorigsaures.
„ 282, in der vorletzten Zeile lese man As_2O_3 statt As_3O_3.
„ 325, Alin. 3 von unten lese man 4) statt d).
„ 338, ist am Schlusse von Alin. 4 zu setzen: 26).
„ 504, in der 5. Zeile von oben ist 7) statt 8) zu lesen.
„ 556, Alin. 4 von unten Berylldruck statt Berilldruck.
„ 568, in der 3. Zeile von oben: Cudbear statt Cudbeard.
„ — in der 9. Zeile von oben: Waid statt Wad.
„ 623, Alin. 4 von oben: Phenylenbraun statt Phenylbraun.
„ — in der nächstfolgenden Zeile (s. S. 634) statt (s. S. 612).
„ 642, Alin. 6 von unten lese man Dioxynaphtochinon statt Dioxynaphtachinon.
„ 739, Alin. 5 lese man Hydrargyrum muriaticum statt mercuticum.









Eulenberg
Handbuch der gewerbe-hygiene auf experimenteller grundlage.

